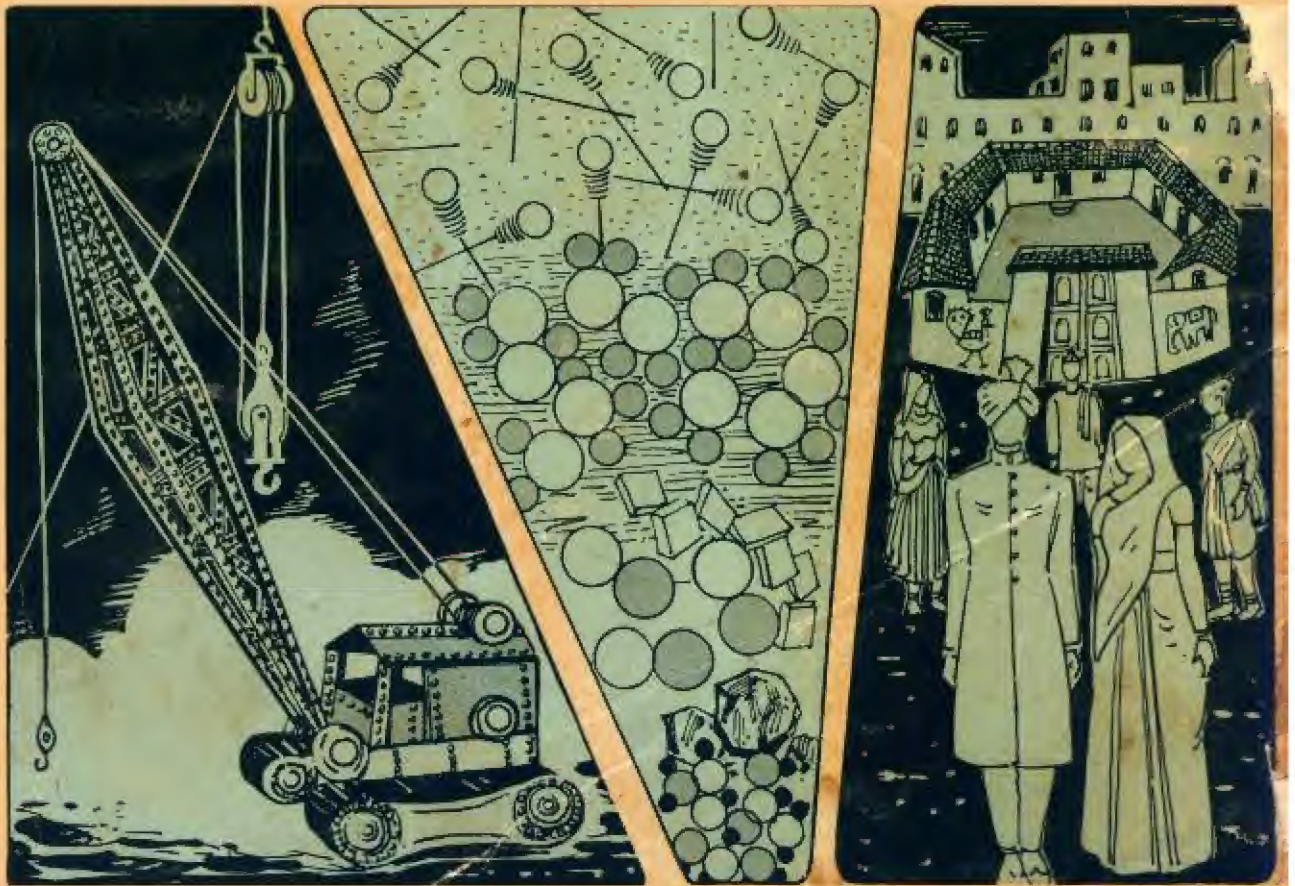


प्राथमिक कक्षाओं के लिए

# सामान्य विज्ञान

अध्यापकों के लिए प्रयोग-पुस्तिका

2



राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्

प्राथमिक कक्षाओं  
के लिए  
सामान्य विज्ञान

अध्यापकों के लिए प्रयोग-पुस्तिका

भाग दो

**प्राथमिक कक्षाओं  
के लिए  
सामान्य विज्ञान**

अध्यापकों के लिए प्रयोग-पुस्तिका

भाग दो



राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्

जनवरी 1972  
पीप 1893

PU 15 T

© राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्, 1972

**मूल्य चार रुपए**

प्रकाशन विभाग में सैयद ऐनुल आबेदीन, सचिव, राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्, राष्ट्रीय शिक्षा संस्थान भवन, भी अरबिन्द मार्ग, नई दिल्ली-16 द्वारा प्रकाशित तथा अरुण पुरी द्वारा द्वारा बॉमसन प्रेस (इंडिया) लिमिटेड, फरीदाबाद, हरियाणा में मुद्रित।



## प्राक्कथन

हमारे जैसे विकासशील समाज में शिक्षा एक चुनौतीपूर्ण कार्य है, विशेषकर जब कि वह समाज के किसी वर्ग विशेष के लिए ही सीमित न हो। एक ओर तो इसे अपने देश और उसके निवासियों की परंपराओं तथा विरासत को उस ढंग से आगे ले जाना पड़ता है जो कि वर्धमान गणतंत्रात्मक-प्रक्रिया द्वारा शिक्षा की धारा में लाए गए जन-समूह को स्वीकार्य हो, दूसरी ओर इसे साम्राजिक परिवर्तनों के साधन के रूप में कार्य करना पड़ता है। विज्ञान एवं शिल्पविज्ञान सामाजिक परिवर्तन के महत्वपूर्ण कारण हैं, अतः हमारे स्कूलों को विज्ञान की शिक्षा का समुचित प्रबंध करना चाहिए। इस शिक्षा का उद्देश्य वैज्ञानिक अन्वेषण की विधि और साथ ही वैज्ञानिक सिद्धांतों तथा तथ्यों के ज्ञान का शिक्षण होना चाहिए। इसलिए सन् 1963 में, राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् ने पहले कदम के रूप में विज्ञान के अध्यापकों, अध्यापक-शिक्षकों तथा विज्ञान के निरीक्षकों के कई समूहों की सहायता से पहली से आठवीं कक्षाओं के लिए सामान्य विज्ञान में एक अखिल भारतीय पाठ्यचर्या विकसित की। परिवेश की वैज्ञानिक समझ के विकास के अध्ययन के प्रत्येक क्षेत्र तथा एकक के लिए कई छोटी-बड़ी धारणाओं की सूची तैयार की गई। अपने विद्यार्थियों में इस प्रकार की समझ को विकसित करने के निमित्त मिडिल स्कूल के अध्यापकों की सहायतार्थ सन् 1964 में छठी से आठवीं कक्षाओं के लिए एक “सामान्य विज्ञान : कार्य-कलापों की हस्तपुस्तिका” प्रकाशित की गई। प्राथमिक कक्षाओं के लिए हमारा तरीका कुछ भिन्न है। इस पुस्तक में अध्यापक को कुछ धारणाओं के ज्ञान तथा जाँचपूर्ण अथवा अन्वेषण-आधारित विज्ञान के शिक्षण की विधियों के प्रयोग का मार्गदर्शन प्रदान करने का एक प्रयास किया गया है।

प्रस्तुत पुस्तक विज्ञान तथा वैज्ञानिक विधियों में नवीन अंतर्दृष्टियों के विकास में अध्यापकों की सहायता करेगी तथा उन्हें उनकी देखरेख में छोटे बच्चों को कुछ अर्थपूर्ण ज्ञानोपार्जन का अनुभव प्रदान करने के योग्य बनाएगी, ऐसी आशा है।

अक्टूबर 1967

नई दिल्ली

शिव के. मित्र

सह निदेशक

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्

## कृतज्ञता-ज्ञापन

इस पुस्तक को तैयार करने में सहायता प्रदान करने के लिए राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् टीचर्स कॉलेज कोलंबिया यूनिवर्सिटी टीम इन इंडिया के डॉ. स्टोलबर्ग के प्रति जिनके निष्ठापूर्ण संरक्षण के बिना यह पुस्तक इतनी शीघ्र तैयार न हो पाती, प्रशंसापूर्ण कृतज्ञता-ज्ञापन करती है। हम प्रौढ़ शिक्षा विभाग के डॉ. अमलकुमार सेन तथा केन्द्रीय स्वास्थ्य शिक्षा ब्यूरो की श्रीमती के. एस. भाटिया को 'मानव-शरीर, स्वास्थ्य और स्वास्थ्य-विज्ञान' तथा 'सुरक्षा और प्राथमिक उपचार' इकाइयों को तैयार करने में सहायता देने के लिए तथा नैनीताल में हुए वैज्ञानिक सलाहकारों के द्वितीय राष्ट्रीय सम्मेलन तथा पूना में हुई विज्ञान कर्मशाला में भाग लेने वालों के प्रति, जिनके द्वारा तैयार की गई सामग्री का उपयोग भी किया गया था, धन्यवाद व्यक्त करते हैं।

विभागीय अधिकारी डॉ. रामनिवास राय, डॉ. मोहनचंद्र पंत, श्री निखिल कुमार सान्याल, श्री एस. दुरैस्वामी, श्री विश्वनाथ वांचू, डॉ. बृजेन्द्रदत्त आत्रेय, डॉ. एस. एस. भट्टाचार्य, श्री कुलदीपसिंह भंडारी तथा श्री गोविंदस्वामी राजू पुस्तक के लेखन तथा पुनरावलोकन कार्य में सक्रिय रूप से संबद्ध रहे हैं। इस भाग का हिन्दी अनुवाद श्री जितेन्द्र गुप्त ने किया है।

## विषय-सूची

प्राक्कथन	v
प्रस्तावना	1
<b>इकाई</b>	
<b>4. ऊर्जा और कार्य</b>	
पहली कक्षा	11
दूसरी कक्षा	25
तीसरी कक्षा	41
चौथी कक्षा	70
पाँचवीं कक्षा	105
<b>5. द्रव्य और सामग्रियाँ—पदार्थ</b>	
पहली कक्षा	145
दूसरी कक्षा	155
तीसरी कक्षा	163
चौथी कक्षा	182
पाँचवीं कक्षा	192
<b>6. मकान और वस्त्र</b>	
पहली कक्षा	207
दूसरी कक्षा	212
तीसरी कक्षा	220
चौथी कक्षा	227
पाँचवीं कक्षा	255

## प्रस्तावना

यह पुस्तिका प्राथमिक स्कूलों के अध्यापकों को विज्ञान पढ़ाने में सहायता देने की दृष्टि से तैयार की गई है। यह भारत के प्राथमिक स्कूलों के अध्यापकों के लिए लिखी गई है, विशेष रूप से उन अध्यापकों के लिए जिन्होंने हाईस्कूल अथवा उच्चतर माध्यमिक कक्षा तक से भी कम शिक्षा प्राप्त की है और जो विज्ञान के बारे में बहुत कम या बिल्कुल ही जानकारी नहीं रखते।

प्राथमिक स्कूल का अध्यापक गाँव के स्कूल में अपनी क्षेत्रीय भाषा में पढ़ाता है, जहाँ कि एक, दो या तीन अध्यापक ही होते हैं। वह एक साधारण इमारत के छोटे से कमरे में अध्यापन-कार्य करता है तथा उसके विद्यार्थी जमीन पर बैठकर पढ़ते हैं। इन अध्यापकों के पास शायद विज्ञान संबंधी अच्छी पाठ्यपुस्तकें भी नहीं होतीं तथा विज्ञान संबंधी सामग्री खरीदने के लिए उनके पास पैसा भी शायद नहीं रहता। फिर भी कदापि नहीं समझना चाहिए कि भारत के ग्रामीण अध्यापक के पास विज्ञान की शिक्षा देने का कोई साधन ही नहीं है। ग्रामीण बच्चे अपने चारों ओर के पर्यावरण के बहुत समीप होते हैं। उनके चारों ओर उनके खेतों और घरों में पेड़-पौधों और पशु-पक्षियों की भरमार रहती है। उन्हें मौसम, जलवायु, जल-संभरण तथा ठंडा रखने की समस्याओं के बारे में शहरी बच्चों की अपेक्षा अधिक ज्ञान होता है।

बड़ी छोटी उम्र में ही वे इतना समझ चुके होते हैं कि ईंधन के जलने से गर्मी और प्रकाश पैदा होता है तथा रात को आकाश कैसा होता है। प्राथमिक कक्षाओं के बहुत से विद्यार्थी ऐसे बहुत से घरेलू और गाँवों के कामधंधे जानते हैं जिनमें विज्ञान के सिद्धांत निहित रहते हैं। इस कारण हमारे देश के ग्रामीण बच्चे भी अन्य देशों के बच्चों की तरह विज्ञान की शिक्षा आरंभ करने के लिए एक अद्भुत प्रवृत्ति रखते हैं।

यह ठीक है कि ग्रामीण स्कूलों में विज्ञान की शिक्षा के लिए उपयुक्त साजसामान बहुत थोड़ा या बिल्कुल ही नहीं होता फिर भी उनके पास कई अन्य उपयोगी साधन रहते हैं जिनसे वे काम चला सकते हैं। प्रतिदिन के भोजन, वस्त्र

और गृहनिर्माण में विज्ञान के सिद्धांत निहित हैं। विज्ञान के अनेक सिद्धांत खेतों, बाजारों और रसोईघर में व्यवहार में लाए जाते हैं। नित्य काम आनेवाली अनेक वस्तुओं जैसे मिट्टी के बर्तनों, बिजली की टाँचों, काँच के जारों, डोरी, कागज, पत्थरों और मिट्टी की सहायता से विज्ञान पढ़ाया जा सकता है।

इस पुस्तक का उद्देश्य ऐसे अध्यापकों की सहायता करना है, जिनके पास विज्ञान की शिक्षा देने का अनुभव नहीं है। बच्चों को नित्य के जीवन में काम आनेवाली वस्तुओं के साथ जो अनुभव होते हैं, अध्यापक वैज्ञानिक सिद्धांत को पढ़ाने में उनका लाभ उठा सकता है।

### बच्चों को विज्ञान क्यों पढ़ाएँ ?

इस प्रश्न का कारगर ढंग से उत्तर देने के लिए इस बात का विश्लेषण करना चाहिए कि विज्ञान क्या है और वैज्ञानिक क्या करते हैं? दुर्भाग्य से इन दोनों बातों के बारे में भारी गलतफहमियाँ हैं। बहुत से लोग यह समझते हैं कि बस कुछ सिद्धांतों, तथ्यों, विधियों और वैज्ञानिक नामों का संग्रहमात्र ही विज्ञान है। वे समझते हैं कि वैज्ञानिक ऐसा व्यक्ति होता है जो इन बातों को भली भाँति जानता है और अपने काम में अपनी स्मृति का लाभ उठाता है। किन्तु यह बात सच नहीं है। विज्ञान ज्ञान के संग्रहमात्र से कहीं अधिक है: यह एक बौद्धिक प्रयास भी है जिसमें वैज्ञानिक बराबर लगे रहते हैं। अर्थात् विज्ञान केवल एक विषय मात्र न होकर वास्तविक समस्याओं के हल करने की एक विशेष प्रणाली है। चाहे वे समस्याएँ छोटी हों या बड़ी, वैज्ञानिक हों या अन्य प्रकार की।

विज्ञान सोचने और काम करने की एक अभिवृत्ति, प्राकृतिक और मानव-निर्मित पर्यावरण को समझने की पृष्ठभूमि है। जब वैज्ञानिक अपना काम करते हैं, तो यह सच है कि वे उस सबका उपयोग करते हैं जो उन्होंने सीखा है। फिर भी केवल हर बात को याद रखना ही उनके लिए विशेष रूप से मूल्यवान नहीं है। अच्छी से अच्छी स्मृति भी मनुष्य

को धोखा दे जाती है। जब तक वैज्ञानिक विश्वविद्यालय में अपनी शिक्षा पूर्ण करता है तब तक विज्ञान के नए विचार तेजी से विकसित होकर सामने आते रहते हैं। विचित्र बात यह है कि वैज्ञानिक से, केवल जो ज्ञात है उसी के बारे में बताने की अपेक्षा नहीं की जाती, बल्कि अज्ञात के बारे में खोज करने की अपेक्षा की जाती है। इस प्रकार उसका काम, जो कुछ ज्ञात है उसको बार-बार दुहराना नहीं बल्कि इससे कहीं भिन्न है। अनुसंधान बहुत कुछ एक ऐसी सर्जनात्मक प्रक्रिया है, जिसमें वैज्ञानिक या तो नई-नई बातें मालूम करता है या वह नई परिस्थितियों में वर्तमान सिद्धांतों का व्यवहार करता है।

इसमें संदेह नहीं कि ज्ञान प्राप्त करना और हुनर सीखना भी विज्ञान है; पर यह उसका केवल एक अंग है। इसका एक और भी पक्ष है और उसे भी महत्वपूर्ण समझना चाहिए। यह पक्ष है वैज्ञानिकों के वे ढंग, जिनसे वे नया ज्ञान प्राप्त करते हैं और वे अभिवृत्तियाँ जिनसे वे काम करते हैं। वैज्ञानिकों के कार्यकलाप और समाज में विज्ञान का जो स्थान होता है वह भी विज्ञान के अंतर्गत आता है। वैज्ञानिक जो कुछ जानता है केवल वही विज्ञान नहीं, बल्कि जो वह करता है वह भी विज्ञान है।

वैज्ञानिक प्रयास के इन दो पक्षों को कई शब्दों से प्रकट किया जाता है जैसे—‘विषय’ और ‘विधि’, ‘विषय वस्तु’ और ‘क्रिया’, ‘ज्ञान’ और ‘व्यवहार’। इस पुस्तक में जिन शब्दों का प्रयोग किया गया है और जो काफी मान्य हैं, वे हैं—‘फल’ और ‘प्रक्रिया’।

विज्ञान के ‘फल’ से अभिप्राय क्या है? विज्ञान के इस पक्ष से संसार भर के विद्यार्थी और शिक्षक परिचित हैं। यही मूलतः ज्ञान का पक्ष है जिसमें तथ्य और आँकड़े, सूत्र और समीकरण, सिद्धांत और वैज्ञानिक नियम सम्मिलित हैं। वास्तव में विज्ञान के इसी पक्ष के अध्यापन पर अधिकांश देशों में सबसे अधिक जोर दिया जाता है।

विज्ञान की ‘प्रक्रिया’ का तात्पर्य उन कार्यों से है जो वैज्ञानिक करते हैं। इसमें उनका पुस्तकों या पत्रिकाओं में जानकारी प्राप्त करना, अपने आप देख-सुनकर सीखना, स्वयं प्रयोग करना (अर्थात् विशेष प्रेक्षण के लिए पर्यावरण में परिवर्तन करना) आदि शामिल हैं। इसका अर्थ उस तरीके से भी है, जिसके द्वारा वे सत्य क्या हो सकता है इस विषय में अपने

विचारों को विकसित करते हैं, वह तरीका जिससे वे इन विचारों की परीक्षा करते हैं और वह तरीका जिससे वे अपने विचारों को दूसरों तक पहुँचाते हैं। इसी तरह की बातों को प्रायः वैज्ञानिक विधियाँ कहा जाता है। केवल वैज्ञानिकों में ही नहीं बल्कि यदि यही क्षमता सब स्त्री-पुरुषों और लड़के-लड़कियों में हो तो वे अधिक सफल और संतुष्ट हो सकते हैं।

विज्ञान की प्रक्रिया में सोचने-विचारने का तरीका भी शामिल है जिसे प्रायः वैज्ञानिक अभिवृत्ति कहा जाता है। इसका अर्थ है : जानने की इच्छा या जिज्ञासा, ईमानदारीपूर्ण संदेह, दूसरों के विचारों के प्रति सहिष्णुता और अपना निर्णय तुरंत न देना। अपनी गलती को स्वीकार करना और परंपरा, अंधविश्वास या संवेग के बशीभूत न होकर, प्रमाण के आधार पर निर्णय करना इसमें शामिल है। जो लोग इस ढंग से काम करते हैं, भले ही वे वैज्ञानिक हों या कुछ और, ज्यादा अच्छे रहते हैं।

विज्ञान की प्रक्रिया का अर्थ यह भी है कि किसी आधुनिक राष्ट्र में विज्ञान की क्या भूमिका है। इसमें यह भी शामिल है कि किसी देश की कृषि और स्वास्थ्य, उद्योग-धंधों तथा संचार और परिवहन की उन्नति में विज्ञान का क्या हाथ है। इसका अर्थ यह है कि विज्ञान का काम रहन-सहन का सामान्य स्तर ऊपर उठाना और व्यक्तिगत या राष्ट्रीय सुरक्षा में योग देना होता है। किन्तु शायद इससे भी ज्यादा इसका अर्थ वह कार्य है जो विज्ञान और वैज्ञानिक करते हैं—वे अपने द्वारा देखी गई बातों की व्याख्या ढूँढ़ते हैं। इस दृष्टि से देखने पर विज्ञान एक ऐसी विशेष जिज्ञासा, ऐसा बौद्धिक अध्यवसाय है, जिसमें हर आदमी अपनी-अपनी क्षमता के अनुसार भाग ले सकता है।

यदि विज्ञान के बारे में यही आधुनिक संकल्पना है, तो प्रश्न उठता है कि प्राथमिक कक्षाओं के विद्यार्थियों का इससे फिर क्या वास्ता? विज्ञान दो तरह से इन बच्चों पर प्रभाव डालता है।

एक तो यह कि बच्चे भी आधुनिक युग में पलने और बढ़नेवाले व्यक्ति की भाँति ही युग से प्रभावित होते हैं और आज की दुनिया केवल एक ही पीढ़ी पहले की दुनिया से बहुत भिन्न है। विज्ञान के कारण जो भी प्रगति हुई है उससे इन बच्चों पर प्रभाव तो पड़ता ही है। वे प्लास्टिक की चीजों, रासायनिक पदार्थों के बने कपड़ों और दवाओं का प्रयोग



करते हैं। ये चीज़ें तब लगभग नहीं थीं जब उनके माँ-बाप बच्चे थे। इन बच्चों पर संचार के नए आधुनिक साधनों जैसे तार, रेडियो, सिनेमा और परिवहन के बेहतर साधनों का भी प्रत्यक्ष प्रभाव पड़ता है। उर्वरकों, अच्छी उपज के लिए संकर बीजों, सिंचाई तथा खेती के उन्नत तरीकों और सफ़ाई के नए स्तर का भी उन पर प्रभाव पड़ता है। उन पर जनसंख्या की वृद्धि रोकने की आवश्यकता, प्रतिदिन काम में आनेवाले औजारों और मशीनों, बिजली और रासायनिक शक्ति आदि का भी जिनका कि दैनिक जीवन में अधिकाधिक प्रयोग होता है, प्रभाव पड़ता है। आज के परिवर्तनशील संसार में हर बच्चे को अपने चारों ओर बदलती हुई दुनिया की नई-नई बातों को अवश्य सीखना चाहिए।

वैज्ञानिक जिस ढंग से काम करते हैं, बच्चों पर भी उसका प्रभाव पड़ता है। सच तो यह है कि बच्चों को स्वयं विज्ञान-विशेषज्ञ होना चाहिए। बच्चों को नया ज्ञान अर्जित करने, इस बात को समझने की कि उनके चारों ओर क्या हो रहा है और वे जीवन के विभिन्न क्षेत्रों में क्या करेंगे आदि का निर्णय और निश्चय करने की स्वयं आवश्यकता है। बच्चों के इस तरह के काम, वैज्ञानिकों के काम से बहुत मिलते-जुलते हैं। इस प्रकार विज्ञान की प्रक्रिया और विज्ञान का फल, बहुत छोटे बच्चों के लिए अत्यधिक महत्त्व की बातें हैं।

विज्ञान एक और रीति से भी लोगों को प्रभावित करता है। वह इस तरह कि विज्ञान का प्रभाव समाज पर पड़ता है और समाज का मनुष्य पर। दूर से दूर गाँव का भी आज अच्छे संचार साधनों और परिवहन साधनों के कारण शेष संसार से किसी न किसी रूप में संपर्क है। माल के अधिक उत्पादन से और सेवाओं की अधिक माँग होने से हमारा जीवन-स्तर ही नहीं बदलता बल्कि हमारे रोजमर्रा के काम पर भी प्रभाव पड़ता है। जनसंख्या की वृद्धि से एक नई आवश्यकता सामने आती है, वह है संतति-निरोध के राष्ट्र-व्यापी प्रयत्नों की।

कुछ ही वर्ष पहले की अपेक्षा आज के युग के बच्चे के लिए विज्ञान का व्यापक अर्थ समझ पाना कहीं कठिन हो गया है। यह ठीक है कि आज जानने के लिए इतना अधिक विज्ञान सामने है, जितना एक पीढ़ी पहले नहीं था। और कठिनाई इसलिए नहीं है कि विज्ञान की विशालता के कारण इसके सीखने का क्षेत्र बहुत बढ़ गया है बल्कि विज्ञान की शिक्षा

उसके पेचीदेपन के कारण आज बहुत कठिन हो गई है। आज के युवक को विज्ञान के कुछ सिद्धांत ही नहीं आने चाहिए, बल्कि उनको प्रयुक्त करना तथा आवश्यकता पड़ने पर नई जानकारी कैसे हासिल की जाए, यह भी जानना चाहिए।

इन्हीं कारणों से हमें बच्चों को बहुत छुटपन से ही विज्ञान के बारे में सीखने को प्रवृत्त करना चाहिए। इस बात के बहुत से प्रमाण हैं कि स्कूल जाने से पहले की अवस्था के बच्चे भी विज्ञान के मोटे-मोटे सिद्धांत सीख सकते हैं। इससे भी बढ़कर महत्त्व इस बात का है कि वे विज्ञान की प्रक्रिया का अच्छे ढंग से प्रयोग भी कर सकते हैं। उदाहरण के लिए तीन या चार साल की अवस्था तक बच्चे जो कुछ भी सीखते हैं वह केवल देख-सुनकर या अपने अनुभव से ही सीखते हैं। यही प्रयोगशाला में काम करनेवाले वैज्ञानिक के मूल साधन हैं। स्कूल जाने से पहले ही बच्चे विज्ञान के बारे में ऐसी महत्त्वपूर्ण अभिवृत्तियाँ बना सकते हैं जैसे जिज्ञासा, दूसरों के विचारों को सहन करना और प्रस्थापित सत्ता या मत के प्रति सादर शंका आदि। इस कारण हम बच्चों को जितनी जल्दी विज्ञान सिखाना शुरू कर दें उतना ही अच्छा है। प्राथमिक शिक्षा के आजकल के विकास को देखते हुए अपने देश में बच्चों के लिए पहली कक्षा से ही विज्ञान की शिक्षा आरंभ कर देना सबसे अच्छा होगा।

### विज्ञान कैसे पढ़ाया जाए ?

पिछले पृष्ठों में विज्ञान का जो विश्लेषण किया गया है, उसी में से विज्ञान की पढ़ाई का उपयोगी तरीका निकाला जा सकता है। यदि विज्ञान प्रक्रिया और फल है तो उसी ढंग से इसकी शिक्षा भी देनी होगी। यदि यह ठीक है कि वैज्ञानिक के लिए केवल तथ्यों या सिद्धांतों का याद रखना ही बहुत अहम बात नहीं है तब तो बच्चों के सामने भी विज्ञान का ऐसा चित्र नहीं रखना चाहिए। यदि यह सच है कि समस्या को हल करना, निर्णय करना, सर्जनात्मक जिज्ञासा और सफल खोज ही विज्ञान की मूल विशेषताएँ हैं तो बच्चों को स्कूल में विज्ञान पढ़ाने के लिए इसी प्रकार के काम अधिक देने चाहिए।

इसका यह अर्थ नहीं कि विज्ञान की शिक्षा में ज्ञान का कोई स्थान नहीं। इसका अर्थ यही है कि ज्ञान को समझने की आवश्यकता है, याद करने मात्र की नहीं। इसका यह

भी अर्थ है कि वैज्ञानिक जो कुछ जानते हैं उस सबको पाठ्यक्रम में शामिल नहीं किया जा सकता। बल्कि हमें विज्ञान के उन विचारों को चुनना चाहिए जो बच्चों के लिए सबसे अधिक उपयुक्त हों। इसके साथ ही विज्ञान की विषयवस्तु इस प्रकार चुननी चाहिए जो कि व्यापक रूप से समझाई जा सके और जो मनुष्य के अनुभवों से मेल खाती हो। व्यापक रूप से समझी जानेवाली बातों को प्रायः संकल्पनात्मक विषयवस्तु कहते हैं। ये ऐसे व्यापक और प्रमुख विचार होते हैं जो विषयवस्तु के प्रचलित दायरों में नहीं आते। ऐसे विचार केवल विज्ञान की प्रयोगशालाओं में ही व्यवहार में नहीं आते बल्कि आम लोगों के नित्य के जीवन में भी काम आते हैं। नीचे दी गई 15 संकल्पनात्मक विषयवस्तुओं की तालिका पाठ्य-विषय को चुनने के नए ढंग प्रस्तुत करती है :

- 1 हर कार्य का कोई एक या उससे अधिक कारण होते हैं।
- 2 समय, स्थिति, आकार और दिक् में गति के मान सापेक्ष होते हैं, निरपेक्ष नहीं।
- 3 प्राकृतिक नियम सार्वभौम होते हैं और उन्हें समय और दिक् में सिद्ध करके दिखाया जा सकता है।
- 4 असमानता और भिन्नता प्राकृतिक घटनाओं के सामान्य गुण हैं।
- 5 प्राकृतिक भिन्नता के बावजूद विश्व की वस्तुओं में कुछ प्रकार की समानता भी पाई जाती है और इनका मानव द्वारा वर्गीकरण भी किया जा सकता है।
- 6 प्रकृति की गतिमान निरंतरता में परिवर्तन एक सामान्य अवस्था है।
- 7 प्राकृतिक परिवर्तन के बावजूद आनुवंशिकता का प्रभाव जीवित वस्तुओं की मुख्य विशेषताओं को एक से दूसरी पीढ़ी में बनाए रखता है।
- 8 पर्यावरण के साथ परस्पर-निर्भरता और परस्पर-क्रिया प्रकृति के सार्वभौम संबंध हैं।
- 9 पदार्थ की प्रकृति कणात्मक है।
- 10 हर प्राकृतिक घटना में ऊर्जा में अंतर्परिवर्तन होते हैं।
- 11 ऊर्जा कई प्रकार से और कई रूपों में प्रेषित की जा सकती है।
- 12 प्रभाव का क्षेत्र उसके उत्पत्ति के स्थान से कहीं ज्यादा होता है।
- 13 संतुलन एक ऐसी अवस्था है, जिसकी ओर विश्व

के समस्त तंत्र उन्मुख हैं।

- 14 जीवधारी पदार्थ और ऊर्जा के बहुत विशिष्ट तंत्र हैं।
- 15 किसी भी अलग तंत्र में, पदार्थ और ऊर्जा का समस्त योग स्थिर रहता है।

इन संकल्पनात्मक विषयवस्तुओं को इस पुस्तिका में सप्रयास समाहित किया गया है। बहुत से स्थलों पर इनमें से एक या अधिक का निश्चित उल्लेख किया गया है। इसमें अध्यापकों के लिए जो सीखने की क्रियाएँ और चुने हुए विशिष्ट भाग रखे गए हैं, उनमें इन संकल्पनात्मक विषय-वस्तुओं की ओर ध्यान केन्द्रित होता है और अध्यापकों के लिए वे तरीके सुझाए गए हैं, जिनसे वे बच्चों को अच्छी तरह समझा सकते हैं।

### बच्चों की विशेषताएँ क्या हैं ?

शिक्षा मनोविज्ञान ने, बच्चों को समझने के लिए वयस्कों के अनुभव और ज्ञान को काफी बढ़ा दिया है और अब हम बच्चों की प्रवृत्ति को और उनके सीखने के ढंगों को और अच्छी तरह जानने लगे हैं। बच्चों की रुचियाँ और अभिवृत्तियाँ उनकी अवस्था के साथ बदलती रहती हैं। कभी-कभी ये विशेषताएँ उस शहरी या ग्रामीण पर्यावरण के साथ बदलती हैं जिसमें वे होते हैं। परिवार और स्कूल के पर्यावरण का भी उनके विकास में बड़ा हाथ रहता है।

छः या सात बरस का बच्चा प्रायः अपनी बात मनवाने की प्रवृत्ति दिखाता है और कोई उसे किसी बात के लिए मजबूर करे, यह उसे अच्छा नहीं लगता। उसकी जिज्ञासा बड़ी बलवती होती है और वह हर चीज की खोजना, छूना, अनुभव करना और अपनी हर इंद्रिय का प्रयोग करना चाहता है। उसमें दूसरे से आगे बढ़ने या प्रतियोगिता की बड़ी तीव्र भावना होती है और हर बात में अपने साथियों से आगे रहना चाहता है। वह अपने आसपास मिलने वाली ईंटों, पत्थरों, मिट्टी आदि को इकट्ठा करता है। वह स्वयं और अपने साथियों को घर बनाने, खाना पकाने और दूसरे कामों में जुटाए रखता है। वह खिलौनों से भी खेलना चाहता है। वह खिलौने बनाने की कोशिश करता है और जल्दी ही उन्हें बिगाड़ भी देता है। एक चीज में उसका ध्यान करीब पंद्रह मिनट तक लगता है। प्रोत्साहन से उसे अपने प्रयत्न और खोज में बड़ी सहायता मिलती है।

इस अवस्था में बच्चों के चरित्र के निर्माण और विकास को दृष्टि में रखकर माता-पिता और अध्यापकों को बहुत सावधानी से व्यवहार करने की आवश्यकता होती है। बच्चे पर ऐसे कामों का बोझ नहीं डालना चाहिए जो वह न कर सके। कक्षा में उसकी देखभाल निकट से और ध्यान से होनी चाहिए क्योंकि वह बहुत थोड़ी देर तक ही एक काम में ध्यान लगा सकता है इसलिए 30-35 मिनट के घंटे में उसे 2-3 प्रकार के काम देना उपयोगी रहेगा।

आठ वर्ष का बच्चा तर्कसंगत रूप से सोचना शुरू कर देता है और जो भी साधन उसे उपलब्ध हों, उनके द्वारा अपने आपको ठीक ढंग से अभिव्यक्त करने का उचित प्रयत्न करता है। वह यथार्थ और कल्पना में भेद करना आरंभ कर देता है। सामान्यतः उसमें बहुत अधिक शक्ति होती है जो उसकी शारीरिक क्रियाओं द्वारा प्रगट होती है। जब उसे चलना चाहिए तो वह दौड़ता है। उसकी शक्ति को ऐसे बहुत से कार्यों द्वारा जिनमें बच्चे का अधिक से अधिक मन लगे, उचित ढंग से उपयोगी कामों में लगाना चाहिए।

नौ वर्ष का बच्चा अपनी रुचियों को विकसित करने लगता है। अब वह अपने बड़ों या अध्यापक पर पहले जैसा निर्भर नहीं होता। वह दिक्-काल के साधारण संबंध को समझ सकता है तथा भूत और वर्तमान के अंतर को भी समझता है। वह किसी के कहने को तब तक स्वीकार नहीं करता जब तक उसमें स्वयं विश्वास न करे। यही उसकी वह अवस्था है जब उसे उन प्रश्नों के उत्तर ढूँढ़ने के तरीके मुझाने चाहिए जिन्हें वह स्वयं उठाता है।

दस वर्ष का बच्चा कुछ विवेचनात्मक चिंतन करने लायक हो जाता है। उसकी जिज्ञासा बराबर बनी रहती है और उसमें प्रयोग या परीक्षण करने की रुचियाँ जाग्रत होती हैं और वह दल या टोली बनाकर काम करना पसंद करता है। वह अब अधिक परिपक्व हो जाता है और छुटपन की अपेक्षा जटिल संबंधों को अधिक समझ सकता है। वह साहसिक कामों की पुस्तकें पढ़ना पसंद करता है। वह वैज्ञानिक और विज्ञान संबंधी निष्पत्तियों को समझने लगता है।

**बच्चे कैसे सीखते हैं, इस बारे में हमें क्या मालूम है ?**

शिक्षा मनोविज्ञान में जो अनुसंधान हुए हैं उनसे पता चलता है कि केवल बता देना ही बच्चों को सिखाने या पढ़ाने

की सर्वोत्तम विधि नहीं है। बल्कि जब किसी विषय से संबंध रखनेवाले कार्यों में उन्हें व्यक्तिगत रूप से लगाया जाता है तो वे अच्छी तरह सीख लेते हैं। संक्षेप में कहें तो बच्चे काम करने से अधिक सीखते हैं। बड़ों के बारे में भी ऐसा ही है। हर अवस्था के विद्यार्थियों के लिए पढ़कर और सुनकर ज्ञान प्राप्त करना सदा आवश्यक रहेगा। फिर भी जहाँ संभव हो अध्यापकों को चाहिए कि वे अपनी योजना इस ढंग से बनाएँ कि बच्चों को काम के द्वारा सीखने का अवसर मिले। 'विज्ञान बोल-बताकर' नहीं पढ़ाया जा सकता। अध्यापकों को चाहिए कि वे बच्चों के लिए अधिक से अधिक और विविध सीखने वाले अनुभव जुटाने का प्रयत्न करें। इस ढंग से जो कुछ सीखा-पढ़ा जाता है वह अधिक सार्थक होता है और बच्चे उसे सुनकर और पढ़कर सीखे हुए की अपेक्षा कम भूलते हैं। अध्यापकों को चाहिए कि जहाँ तक संभव हो वे स्वतः विद्यार्थियों के ही समझे हुए प्रमाणों के आधार पर उनके विज्ञान संबंधी विचारों को विकसित होने दें।

**शिक्षकों की इस पुस्तिका में किस पाठ्यचर्या का अनुसरण किया गया है ?**

यह पुस्तिका 'राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्' द्वारा 1963 में प्रकाशित 'सामान्य विज्ञान पाठ्यचर्या—कक्षा 1 से 8' के आधार पर बनाई गई है। उस पाठ्यचर्या के व्यौरे में कुछ सुधार हुए हैं और इस पुस्तिका में भी उसी के अनुरूप परिवर्तन हुए हैं। ऐसे कुछ उदाहरण नीचे दिए गए हैं :

- 1 'ऊर्जा और कार्य' संबंधी इकाई को बढ़ाया और दुबारा लिखा गया है। यह इस विश्वास के कारण किया गया है कि ऊर्जा और काम की संकल्पनाएँ इतनी महत्वपूर्ण हैं कि उन्हें चौथी कक्षा तक नहीं टाला जा सकता। मौभाग्य से इनमें से अधिकांश संकल्पनाओं को पहली तीन कक्षाओं के विद्यार्थी समझ सकते हैं। इसी के अनुसार इस इकाई को बढ़ाया गया है और इसे पहली पाँचों कक्षाओं में बाँट दिया गया है।
- 2 'द्रव्य और सामग्रियाँ—पदार्थ' संबंधी इकाई को भी इन्हीं कारणों से 'ऊर्जा और कार्य' संबंधी इकाई की तरह ही लिखा गया है। इसे भी बढ़ाकर पहली से पाँचवीं कक्षा तक बाँट दिया गया है।

- 3 इकाई 'वैज्ञानिकों की कार्यविधि' को पाठ्यचर्या की सब इकाइयों में बाँट दिया गया है। यह अनुभव किया गया कि वैज्ञानिकों के कार्यों का उल्लेख तभी अधिक लाभदायक रहेगा जब उसे संकल्पनात्मक संबंधी कथानक या काम की समुचित इकाई के साथ पढ़ाया जाए।
- 4 'माप' संबंधी इकाई को भी इसी प्रकार समुचित इकाइयों में बाँट दिया गया है। उस इकाई में पहले जो संकल्पनाएँ थीं, उनमें से अधिकांश को अब 'हमारा विश्व', 'वायु, जल और मौसम', 'ऊर्जा और कार्य' तथा 'द्रव्य और सामग्रियाँ—पदार्थ' आदि इकाइयों में स्थान दिया गया है।

1963 की 'सामान्य विज्ञान पाठ्यचर्या' में इस हेरफेर के बावजूद अध्यापकों को इस पुस्तिका की सहायता से पुरानी पाठ्यचर्या पढ़ाने में कोई कठिनाई नहीं होगी।

इस प्रकार 'सामान्य विज्ञान पाठ्यचर्या—कक्षा 1-8' की 13 इकाइयों की संख्या घटाकर 11 कर दी गई है। प्रकाशन के उद्देश्य से इन 11 इकाइयों को फिर से तीन प्रमुख भागों में रखा गया है। तीनों भाग तीन पृथक-पृथक खंडों में छापे गए हैं जिनमें से यह दूसरा खंड है। इन तीन नई जिल्दों को, इकाइयों के नए क्रम को और उनके नए क्रमांकों को नीचे दिए चार्ट में दिखाया गया है।

#### खंड 1—पृथ्वी से संबंधित विज्ञान

- इकाई 1—हमारा विश्व (पहले की इकाई 12)  
इकाई 2—वायु, जल और मौसम (पहले की इकाई 1)  
इकाई 3—शैल, मिट्टी और खनिज (पहले की इकाई 2)

#### खंड 2—भौतिक विज्ञान

- इकाई 4—ऊर्जा और कार्य (पहले की इकाई 6)  
इकाई 5—द्रव्य और सामग्रियाँ—पदार्थ (पहले की इकाई 7)  
इकाई 6—मकान और वस्त्र (पहले की इकाई 5)

#### खंड 3—जीव विज्ञान

- इकाई 7—जीवित वस्तुएँ (पहले की इकाई 8)  
इकाई 8—वनस्पति जगत (पहले की इकाई 9)

- इकाई 9—जीव जगत (पहले की इकाई 10)  
इकाई 10—मनुष्य का शरीर, स्वास्थ्य और स्वास्थ्य-रक्षा (पहले की इकाई 3)  
इकाई 11—सुरक्षा और प्राथमिक सहायता (पहले की इकाई 4)

इस प्रकार तीन खंडों वाली 'प्राथमिक कक्षाओं के लिए सामान्य विज्ञान—अध्यापकों के लिए प्रयोग-पुस्तिका' को तीन तर्कसंगत भागों में बाँटा गया है। किन्तु इसका यह आशय नहीं कि बच्चों को विज्ञान सीखने में उन्हें इसी प्रकार की विषय-व्यवस्था से बाँधा जाए। यह अत्यंत तर्कसंगत विषय-व्यवस्था वैज्ञानिकों के विचारों से बहुत मेल खाती है और पाठ्यचर्या तैयार करने वालों और कक्षा में पढ़ानेवाले अध्यापकों की आवश्यकता भी पूरी करती है। किन्तु यह बच्चों की दिल-चस्पी और उनके सीखने के तरीकों को नहीं बताती है।

#### यह पुस्तिका उपयोगी कैसे हो सकती है ?

इस पुस्तिका में प्रत्येक इकाई की हर कक्षा का स्तर एक सामान्य दृष्टि द्वारा समझाया गया है। इसका उद्देश्य यह है कि अध्यापक को यह पता लग जाए कि इस इकाई और इस कक्षा में उसे क्या बताना है, यह बच्चों की शिक्षा में क्यों महत्वपूर्ण है और इस इकाई के बारे में विद्यार्थी अब तक कितना जान चुके हैं।

प्रत्येक कक्षा स्तर पर काम की सभी ग्यारह इकाइयों को प्रमुख संकल्पनाओं में विभाजित किया गया है। प्रत्येक प्रमुख संकल्पना को उपसंकल्पना में बाँटा गया है। शिक्षकों की प्रयोग-पुस्तिका की विषय व्यवस्था भी इसी ढंग पर है। हर उप-संकल्पना, ज्ञान और उसे कैसे समझा जाए, इसके बारे में संक्षिप्त कथन से प्रारंभ होती है। इसका उद्देश्य अध्यापक के लिए एक संक्षिप्त पाठ प्रस्तुत कर देना है। इसके बाद एक या एक से अधिक सीखने की वे क्रियाएँ बताई गई हैं, जिनसे विद्यार्थियों को उस उपसंकल्पना को समझने में मदद मिलती है। सीखने की इन क्रियाओं के अनेक प्रकार हैं। जैसे :

अन्वेषण

चर्चा

कक्षा प्रायोजना

बाहरी प्रेक्षण

## प्रत्यक्षालाप

## सामान्य अनुभव

क्रिया किसी भी प्रकार की क्यों न हो उसे आसानी से पहचान सकने के लिए बक्से में छापा गया है। इस बक्से में क्रिया का शीर्षक, आवश्यक सामान, क्रिया करने के बारे में सारी हिदायतें और अक्सर चित्र भी दिया गया है।

इसके अतिरिक्त प्रत्येक उपसंकल्पना में एक या एक से अधिक अतिरिक्त क्रियाएँ भी संक्षेप में सुझाई गई हैं। इन्हें आसानी से पहचानने के लिए आधे बक्से में छापा गया है। पूरे बक्से में दी गई क्रियाओं के विपरीत इनमें जल्दी से करने वाले कामों के सुझाव हैं और इनके बारे में विस्तार से हिदायतें नहीं लिखी गई हैं।

‘वैज्ञानिकों की कार्यविधि’ शीर्षक से सीखने की क्रिया का एक विशेष प्रकार प्रत्येक इकाई में कई बार आता है। ये अंश समुचित उपसंकल्पनाओं के तत्काल बाद या कक्षा स्तर के अंत में दिए गए हैं। ‘वैज्ञानिकों की कार्यविधि’ शीर्षक का प्रत्येक अंश बच्चों के लिए मूलतः कहानी ही है। आशय यह है कि अध्यापक इसको समझने के लिए पहले स्वयं अच्छी तरह पढ़ें और फिर बच्चों को अपनी भाषा और शैली में सुनाएँ। ‘वैज्ञानिकों की कार्यविधि’ को केवल कक्षा में पढ़ देने की अपेक्षा यह तरीका कहीं अच्छा है।

अनेक स्थलों पर अध्यापक को उससे कहीं अधिक जानने की आवश्यकता होती है, जितना उसे कक्षा में अपने विद्यार्थियों को पढ़ाना होता है। इसके लिए जहाँ आवश्यक है ‘अच्छी तरह समझने के लिए’ शीर्षक से अधिक जानकारी दी गई है।

**विज्ञान पढ़ाने के लिए अध्यापकों को सहायता कहाँ से मिल सकती है ?**

ऐसी आशा की जाती है कि विज्ञान के अध्यापन को सुधारने की दृष्टि से देशभर के सभी अध्यापक इस पुस्तिका को रुचिकर पाएँगे। यदि वास्तव में आपकी इस विषय में दिलचस्पी है तो आपको निस्संदेह और अधिक सहायता की आवश्यकता पड़ेगी। नीचे कुछ ऐसे तरीके दिए जा रहे हैं, जिनसे आप अतिरिक्त सहायता प्राप्त कर सकते हैं :

(क) नित्य की काम आनेवाली चीजों के बारे में आप आँख खोलकर देखते रहिए कि इनमें से बच्चों की जानी-पहचानी कौन-कौन-सी हो सकती है। यदि

आप सचेत रहेंगे तो आपको पता चलेगा कि नित्य व्यवहार में आनेवाली बड़ी साधारण-सी समझी जानेवाली कुछ चीजें विज्ञान पढ़ाने के लिए बड़ी कारगर हो सकती हैं। आपको इस प्रयोग-पुस्तिका में बक्से में दी गई क्रियाओं में आम चीजों या सामग्री के ऐसे प्रयोगों के बहुत से उदाहरण मिलेंगे। अभ्यास से आप ऐसे ही और अधिक प्रयोग कर सकते हैं।

(ख) अपने आसपास के विशेषज्ञों की सहायता लीजिए। यद्यपि हो सकता है कि वे राष्ट्रीय ख्याति वाले न हों, फिर भी प्रत्येक समाज में कई विषयों के बहुत से ठोस विशेषज्ञ मिल जाते हैं। ये व्यक्ति सफल कृषक और अच्छे रसोइए हो सकते हैं, कुछ अनुभवी व्यापारी या कुशल मिस्त्री हो सकते हैं। कोई-कोई माता-पिता भी विज्ञान से संबंधित किसी दैनिक काम-काज जैसे—सूत कातना, कपड़ा बुनना या गाड़ियों और खेती के अन्य औजारों को दुरुस्त रखना आदि में बड़े होशियार होते हैं। आसपास डाक्टर, व्यापारी, दर्जी, कुम्हार, स्वास्थ्य अधिकारी, जिला विकास अधिकारी आदि हैं। ऐसे लोगों को कक्षा में बुलाने का कोई अवसर हाथ से न जाने दीजिए या जहाँ वे काम करते हों वहाँ बच्चों को ले जाइए। इस प्रकार बच्चे न केवल संबंधित विज्ञान की बातें सीखेंगे वरन् अपने समाज में किसका क्या उपयोग और महत्त्व है, यह भी सीखेंगे।

(ग) सस्ती छपी हुई सामग्री जैसे—समाचारपत्रों, पत्रिकाओं और पुस्तकों आदि से पूरा लाभ उठाइए।

(घ) राज्य के विज्ञान शिक्षा संस्थान या राज्य शिक्षा संस्थान के विज्ञान अध्यापन विशेषज्ञों से जो सहायता आप ले सकते हों उसे लेने के लिए उनसे मिलिए। ये विशेषज्ञ अधिकतर प्रदेश की राजधानी में रहते हैं पर प्रायः ही राज्य भर में दौरा भी करते रहते हैं। उनको लिखिए और उनकी सहायता लीजिए।

(ङ) प्राथमिक शिक्षा के विस्तार केन्द्रों और अपने



निकटतम अध्यापक प्रशिक्षण विद्यालयों से संपर्क रखिए। इनमें से प्रत्येक संस्थान में एक या एक से अधिक विज्ञान-अध्यापन के विशेषज्ञ रहते हैं। यदि आप उनसे कोई सहायता माँगें तो आम तौर से वे सहायता दे सकते हैं।

**पढ़ने के लिए क्या है ?**

यहाँ विज्ञान और विज्ञान-अध्यापन के बारे में कुछ चुने हुए प्रकाशनों और ग्रंथों की सूची दी जा रही है। इसमें वही सामग्री शामिल की गई है जो आसानी से उपलब्ध है और अपेक्षया सस्ती है।

### सहायक ग्रंथ

जो शिक्षक सचमुच अपने विज्ञान-शिक्षण-कार्यक्रम में सुधार लाना चाहता है उसे कई प्रकार की सहायताएँ चाहिए। अन्य वस्तुओं के अतिरिक्त उसे पुस्तकें चाहिए—विज्ञान-विषयक पुस्तकें और विज्ञान पढ़ाने के तरीकों की पुस्तकें।

हमारे देश में बहुत-से शिक्षकों को अंग्रेजी की ऐसी उपयोगी पुस्तकें खोजने में कठिनाई होती है जो विज्ञान-शिक्षण को बेहतर बनाने में उनकी सहायता कर सकें। यद्यपि ऐसी पुस्तकों की संख्या अभी पर्याप्त नहीं है, तथापि स्थिति सुधरती जा रही है। यहाँ अंग्रेजी पुस्तकों की जो सूची दी जा रही है उसमें ऐसी पुस्तकें हैं जो प्रारंभिक स्कूल के विज्ञान-शिक्षकों के लिए न केवल उपयोगी हैं वरन् उन्हें उपलब्ध भी हो सकती हैं। पुस्तकों और लेखकों-प्रकाशकों के नाम-पते अंग्रेजी लिपि में ही दिए जा रहे हैं ताकि उनकी वर्तनी में कोई भ्रम न हो सके।

### इकाई 4—ऊर्जा और कार्य

- 1 BRANDWEIN. *A Sourcebook for the Physical Science*. New York : Harcourt, Brace & World.
- 2 DAS, L. G. *A New Matriculation Physics*. Allahabad : Indian Press.
- 3 N.S.T.A., U.S.A. *Investigating Science with Children—Energy in waves*. Darien, Conn, U.S.A. : Teachers Publishing Corporation.
- 4 TAYLOR, SHERWOOD. *General Science for Schools*. Heinemann.
- 5 UNESCO. *Unesco Sourcebook for Science Teaching*.

### इकाई 5—द्रव्य और सामग्रियाँ—पदार्थ

- 1 BAHU AND PURI. *Modern School Chemistry*. Delhi : Gur Das Kapoor.
- 2 BARNARD AND EDWARDS. *The New Basic Science*. New York : The Macmillan Company.
- 3 BURNETT, JAFFE AND ZIM. *New World of Science*. Silver Burdett.
- 4 HARRISON. *Elementary General Science*. New York : Longmans.
- 5 LITTER. *A School Chemistry*. London : Bell.
- 6 PARSONS. *Everyday Science*. London : Macmillan.

सामान्य

- 1 Arey, C. A. *Science Experiments for Elementary Schools*. Bureau of Publications, Teachers College Columbia University, New York.
- 2 Blough, Schwartz and Huggett. *Elementary School Science and how to Teach it*. Dryden Press, New York.
- 3 Joseph, E. D. *Teaching of Science in the Tropical Primary Schools*. Oxford University Press, London.
- 4 Little, W. B. *General Elementary Science*. Pitman and Sons, Ltd., London.
- 5 *Resource Materials Elementary Science*. Concordia Publishing House, St. Louis, Missouri.
- 6 Science Masters Association. *Report on Teaching of General Science*. John Murray, London.
- 7 *Unesco Source Book for Science Teaching* (available with prominent book-sellers).
- 8 Verstraeten and Watts. *Science in Everyday Life, Teaching Manual*. Orient Longmans, Calcutta.

**सामान्य**

- 1 Arey, C. A. *Science Experiments for Elementary Schools*. Bureau of Publications, Teachers College Columbia University, New York.
- 2 Blough, Schwartz and Huggett. *Elementary School Science and how to Teach it*. Dryden Press, New York.
- 3 Joseph, E. D. *Teaching of Science in the Tropical Primary Schools*. Oxford University Press, London.
- 4 Little, W. B. *General Elementary Science*. Pitman and Sons, Ltd., London.
- 5 *Resource Materials Elementary Science*. Concordia Publishing House, St. Louis, Missouri.
- 6 Science Masters Association. *Report on Teaching of General Science*. John Murray, London.
- 7 *Unesco Source Book for Science Teaching* (available with prominent book-sellers).
- 8 Verstraeten and Watts. *Science in Everyday Life, Teaching Manual*. Orient Longmans, Calcutta.

# ऊर्जा और कार्य

## पहली कक्षा

### सामान्य दृष्टि

यह इकाई उन वस्तुओं से संबंधित है जो यांत्रिक किस्म की हैं—जो ढकेलती और खींचती हैं, जिनसे गति पैदा होती है व जो ऊर्जा से संबंधित हैं। कई दृष्टियों से यह इकाई इस पाठ्यक्रम की सबसे मौलिक इकाई है। मौलिक इसलिए है, क्योंकि शेष विज्ञान का अधिकांश इस पर निर्भर है। बल का गहरा संबंध वायु-विज्ञान और आकाश-विज्ञान से है, और गति का वैज्ञानिक अध्ययन के अनेक क्षेत्रों से। विज्ञान के सभी क्षेत्र, जीव-विज्ञान सहित, ऊर्जा से संबंधित हैं। इन्हीं कारणों से कक्षा 1 के बहुत छोटे बच्चों के स्तर से ही बल, गति और ऊर्जा से संबंधित इस इकाई का परिचय कराया जा रहा है।

इस कक्षा में बच्चों को केवल दो संकल्पनाओं से अवगत कराया जाएगा, ये हैं दूरी और बल। इस अवस्था के बच्चे दूरी की कल्पना से परिचित होते हैं। 'यह कम दूर है', 'यह अधिक दूर है', इस रूप में वे दूरी की कल्पना करते हैं। प्रस्तुत इकाई में उन्हें न केवल दूरी की परिचित इकाइयों के

बारे में, वरन् बल की परिचित इकाइयों के बारे में भी बताया जाएगा।

बच्चों का बल से सबसे सामान्य संपर्क भार (वजन) के रूप में होता है। यह (बल) गुरुत्वाकर्षण के कारण होता है। इन बच्चों के लिए यह प्रारंभिक अनुभव है। इसके बाद यह समझने में उनकी सहायता की जाएगी कि बल के और भी कई सामान्य रूप हैं। इनमें एक है—स्वयं उनकी पेशियों का बल।

ऐसे सरल एवं सामान्य अनुभवों से इन बच्चों को बल, गति और ऊर्जा को समझने में सहायता मिलेगी। इन संकल्पनाओं से वे अपने चारों ओर के वातावरण को तथा पढ़ाए जानेवाले विज्ञान के अन्य क्षेत्रों को भी अधिक अच्छी तरह समझ सकेंगे। इसके अतिरिक्त आगे चलकर भौतिकीय विज्ञान के यांत्रिक पक्ष को तथा ऊर्जा की अत्यंत महत्वपूर्ण संकल्पना को समझने के लिए सुदृढ़ आधार तैयार हो जाएगा।

### 1. लोगों को प्रायः दूरी नापने की आवश्यकता होती है।

माप का संबंध 'यह कितना बड़ा है' या 'यह कितना छोटा है' सरीखे प्रश्नों से होता है। इसके साथ ऐसे प्रश्न भी जुड़े होते हैं जैसे—'किस हृद तक' या 'किस अंश तक'। ये सवाल उठते हैं, जब हम पौधे की बढ़वार व जनसंख्या में वृद्धि व तापमान के बढ़ने की बात करते हैं। सावधानीपूर्वक माप करना और उसे शुद्धता से अंकित करना विज्ञान सीखने के आवश्यक अंगों में से है।

बहुत-सी ऐसी चीजें हैं जिन्हें मापा जा सकता है। उदाहरण

के लिए एक स्थान से दूसरे स्थान तक की दूरी; किसी सतह जैसे—मेज की ऊपरी सतह का क्षेत्रफल; कमरे के फर्श या खेत का क्षेत्रफल; किताबों, कपड़े, पानी या अन्य वस्तुओं द्वारा घेरी गई जगह या उनका आयतन; किसी वस्तु में समाहित सामग्री का परिमाण; किसी कार्य या यात्रा में लगा समय; घर में प्रकाश करने या भोजन बनाने में खर्च की हुई विद्युत् ऊर्जा की राशि आदि। इनमें दूरी मापना सबसे सरल है। जब बहुत छोटे बच्चों को सिखाना हो तब दूरी

मापने से प्रारंभ करना उपयोगी होगा।

**1 (क). दूरी की कल्पना 'कितनी दूर,' 'कितनी गहरी' आदि के रूप में की जाए।**

बच्चे बहुत कम अवस्था से ही माप का विचार ग्रहण करने लगते हैं, जिसका कि अनुमान बहुत-से वयस्कों को नहीं होता। यह सत्य है कि छोटे बच्चे शुद्ध माप न कर पाएँगे। निश्चय ही वे माप-संबंधी गणित की प्रक्रिया नहीं कर सकते। फिर भी उनका 'कितनी दूर' की कल्पना से परिचय होता

है। उदाहरण के लिए वे यह जानते हैं कि उनके घर से स्कूल थोड़ी ही दूर है, परंतु उनके घर से उनके रिश्तेदार का घर, जो कि दूसरे गाँव में है, अधिक दूर है। वे जानते हैं कि कुछ बच्चे दूसरे बच्चों से लंबे होते हैं। वे छोटी छड़ी और बड़ी छड़ी का अंतर बता सकते हैं। प्रायः उन्हें यह विशेष रूप से अनुभव नहीं होता कि वे दूरी की संकल्पना से काम ले रहे हैं। यहाँ कुछ ऐसे काम बताए जा रहे हैं जो दूरी का अवबोध बढ़ाने में बच्चों के लिए सहायक होंगे।

चर्चा	'दूरी' का वर्णन कैसे किया जाए ?
कक्षा के कमरे के फर्श, ब्लैकबोर्ड या दीवाल से आरंभ करें। किसी छात्र से लंबाई, चौड़ाई और ऊँचाई बताने को कहें। इसी तरह अलग-अलग छात्र को बुला कर कहें कि वह दूसरे छात्र की ऊँचाई या	अपनी बाँह की लंबाई दिखाए। अलग-अलग छात्र को बुलाकर कमरे या मेज की परिसीमा, किसी छात्र के सिर, छाती या कमर का घेरा, किसी गोले, बेलन, खंभे की परिधि अंदाज से बताने को कहें।

किसी छात्र से कहिए कि दस सेबों या दस मोतियों को गूँथने के लिए जितने लंबे धागे की आवश्यकता हो ठीक उतना ही बड़ा धागा काट ले। उससे कहिए कि वह उँगली या सिर की मोटाई बताए। ये क्रियाएँ बच्चों को दूरी का ज्ञान प्राप्त करने में सहायता करेंगी।

छात्रों से कहें कि वे स्कूल से अपने घर तक की दूरी कदमों में गिन कर बताएँ। फिर उनसे कहिए कि वे घर से बाज़ार की कदमों में दूरी से इसकी तुलना करें।

**1 (ख). दूरी का ज्ञान परिचित इकाइयों में किया जाए।**

यद्यपि बच्चों में माप की संकल्पना बहुत मोटे-रूप में होती ही है तथापि वे माप की कुछ सामान्य इकाइयों से भी परिचित हो जाते हैं। घर, स्कूल व खेल-कूद के अनुभवों से वे इनके बारे में कुछ न कुछ सीख चुके होते हैं। घर पर वे अपने माता-पिता को मील, फ़र्लांग और फुट, इंच शब्दों का प्रयोग करते सुनते हैं। वे जब खेलते हैं तब दूरी का वर्णन

इस तरह करते हैं: 'इतने कदम' या 'इतने हाथ-भर'। यह भी संभव है कि बाज़ार में उन्होंने सेंटीमीटर और मीटर जैसी इकाइयों के बारे में सुना हो। शायद उन्होंने यह भी सुना हो कि अधिक दूरियाँ किलोमीटरों में मापी जाती हैं। यहाँ कुछ कार्य गिनाए जा रहे हैं जो इन शब्दों और लंबाई की इकाइयों से बच्चों को परिचित करा दें।



चर्चा	हम लंबाई का वर्णन कैसे करते हैं ?
<p>बच्चों से किसी छड़ी की लंबाई का अनुमान लगाने के लिए कहिए। वे जिस इकाई का उपयोग करना चाहें करने दीजिए। इसी तरह उन्हें छत की ऊँचाई या पास के पेड़ की ऊँचाई का अनुमान लगाने के लिए कहिए। बच्चे से पूछिए कि उसे घर तक पहुँचने में कितना समय लगता है। यदि वह कहता है 'दस मिनट' तो इसका मतलब हुआ कि 'एक मिनट चलने की दूरी' उसने दस बार तय की। वास्तव में यह भी दूरी मापने</p>	<p>की एक इकाई हुई। बच्चों को दूरी का वर्णन करने के लिए अमानक इकाइयों का उपयोग करने दीजिए, जैसे एक अंगुल, एक बालिशत, एक हाथ व एक कदम आदि। इनके साथ-साथ उन्हें मीटर और सेंटीमीटर का भी उपयोग करने दीजिए। उनको यह अनुभव करने दीजिए कि लंबाई का वर्णन बहुत-सी सुपरिचित इकाइयों से हो सकता है।</p>

प्रत्येक बच्चे को अपनी लंबाई का अनुमान लगाने के लिए कहिए। फिर पैमाने से उसके अनुमानों की जाँच कराइए। लंबाई को सेंटीमीटरों में व्यक्त कराइए।

## 2. बलों के अनुभव बहुत सामान्य हैं; प्रत्येक व्यक्ति को बलों से रोज़ काम पड़ता है।

ऐसा कोई जीवित इंसान नहीं है जिसका दिन में अनेकों बार बलों से काम न पड़ता हो। प्रायः वह उस बल के प्रति सचेत नहीं होता या वह उसे कम-से-कम यह नाम नहीं देता लेकिन अपने को हिलाने-डुलाने या चीजों को उठाने-धरने में अपनी पेशियों का उपयोग करता है। वह मशीनों और औजारों से मिलनेवाले बलों का भी उपयोग करता है। लेकिन एक बल जिससे सब परिचित हैं वह आम तौर से दूसरे नाम से जाना जाता है। वह नाम है भार। लोग भोजन और कोयला तौलते हैं, धातु, बीज और खाद का वजन करते हैं और खुद का भी वजन करते हैं। ये सब भार जिनसे बच्चे और बड़े दोनों इतने परिचित हैं, वास्तव में बल है।

### 2 (क). वस्तुओं में भार का गुण—धर्म होता है।

नीचे जो उप-संकल्पनाएँ दी गई हैं वे बच्चों को भार और उसके माप से अधिक परिचित कराएँगी। विशेष रूप से

इन उप-संकल्पनाओं का मुख्य उद्देश्य यह है कि बच्चों की समझ में यह बात अच्छी तरह आ जाए कि भार बल का ही एक बहुत सामान्य उदाहरण है।

प्रत्येक वस्तु में भार होता है। जब कोई व्यक्ति भारी पत्थर हटाता है तो वह उसका भार अनुभव करता है। जब किसी वस्तु का भार अधिक होता है तो कहा जाता है कि वह भारी है। जब कुएँ से पानी खींचा जाता है तो हमें उसका भार उठाना पड़ता है। बड़ी बाल्टी में अधिक पानी आता है। इसलिए उसमें अधिक भार होता है। यहाँ तक कि हवा में भी, जो हमें दिखाई नहीं पड़ती, भार होता है। कुछ परिचित वस्तुओं के उठाने-धरने से छात्रों की समझ में यह बात ज्यादा अच्छी तरह आ सकती है। इसके लिए ये प्रयोग किए जा सकते हैं :

अन्वेषण	क्या सब वस्तुओं में भार होता है ?	आवश्यक सामग्री कुछ सामान्य वस्तुएँ
कुछ सामान्य वस्तुएँ इकट्ठी कीजिए जैसे— किताब, पेंसिल, रबर, विभिन्न आकार-प्रकार के कुछ पत्थर। किसी बच्चे से कहिए कि वह अपने दोनों हाथों में एक-एक वस्तु ले और उनके भार का अनुमान लगाए। भिन्न वस्तुओं के भार अलग-अलग	हो सकते हैं। छात्रों को यह समझने में मदद कीजिए कि जब वे कोई वस्तु उठाते हैं तो उनके हाथ बल लगाते हैं। चर्चा द्वारा आकार और मात्रा का संबंध समझने में उनकी मदद कीजिए।	

बच्चों को चुनौती दीजिए कि वे ऐसी किसी वस्तु का नाम बताएँ जिसमें भार न हो। हवा में भार होता है। बच्चों के रबर के गुब्बारों या निर्देशित गुब्बारों में भरी गैस में भी वजन होता है। 'संगीत', 'खेल-कूद' और 'खुशी' ऐसी चीजें हैं जिनमें भार नहीं होता। वास्तव में ये सामग्रियाँ भी नहीं हैं। सामग्रियों की बनी सब चीजों में भार होता है, भले ही वह इतना कम हो कि उसे सामान्यतः अनुभव न किया जा सके।
--

## 2 (ख). सामान्य सामग्रियों का वर्णन प्रायः उनके भार से किया जाता है

सामग्रियों की मात्रा का वर्णन उनके भार के रूप में करना बहुत आम बात है। बहुत छोटे बच्चे भी यह जानते हैं। खाद्य और अन्य सामग्रियों का वर्णन उनके भार के रूप में किया जाता है। किसी व्यक्ति का भार इसका द्योतक है कि वह

कितना विशालकाय है। बच्चे भार के प्रति मचेन होते हैं लेकिन प्रायः वे यह नहीं समझ पाते कि भार किसी वस्तु में विद्यमान सामग्री की मात्रा जताने का एक तरीका है। नीचे दिए प्रयोगों द्वारा बच्चों को यह अंतर समझाने में सहायता मिलेगी :

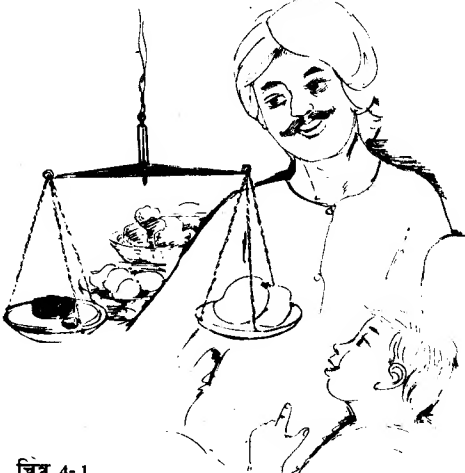
समालाप	सामान्य घरेलू वस्तुओं का भार कितना होता है ?
बच्चों को अपने माता-पिता से मकान के आस-पास की सामान्य सामग्रियों के भार के बारे में पूछने के लिए उत्साहित करें। वे अपने माता-पिता से गाय अथवा दूध की बाल्टी के भार के बारे में पूछें। वे अपने पिता से पूछें कि वह अपने खेत में जो बीज बोते हैं उसका भार क्या है। वे दूकानदारों से पीतल, लोहे या उर्वरकों के भाव के बारे में पूछें। इन प्रश्नों के	उत्तर सामग्रियों के भार के मूल्य के रूप में होंगे, जैसे—रुपए प्रति किलोग्राम। जब बच्चे अगले दिन कक्षा में आएँ तो माता-पिता से हुए समालाप के परिणामों के बारे में पूछें। उन्हें यह महसूस करने दीजिए कि भार के द्वारा किसी वस्तु में विद्यमान सामग्री की मात्रा का वर्णन किया जाता है।

बच्चों से पूछें कि उनका भार क्या है। यदि तौलने वाली मशीन उपलब्ध हो तो बच्चों को उस पर अपना-अपना भार मालूम करने दीजिए।
---

## 2 (ग). वस्तुओं का भार पलड़ेवाले तराजू से मापा जा सकता है।

हर किसी ने पंसारी (परचूनिंग) की दुकान पर पलड़े वाला तराजू देखा है। तोली जाने वाली वस्तु एक पलड़े में रखी जाती है और दूसरे पलड़े में एक-एक करके तब तक बाट चढ़ाए जाते हैं जब तक तराजू की डंडी क्षैतिज स्थिति में

न आ जाए। भार मापने का यह एक सामान्य तरीका है। जब कोई चीज मापी जाती है तो उसकी तुलना किसी ज्ञात भार से की जाती है। इस प्रकार अज्ञात भार ज्ञात भारों के द्वारा मापा जाता है। पंसारी (परचूनिंग) के तराजू से कुछ सामान्य वस्तुएँ खुद तोल कर यह बात अधिक अच्छी तरह समझ सकेंगे।

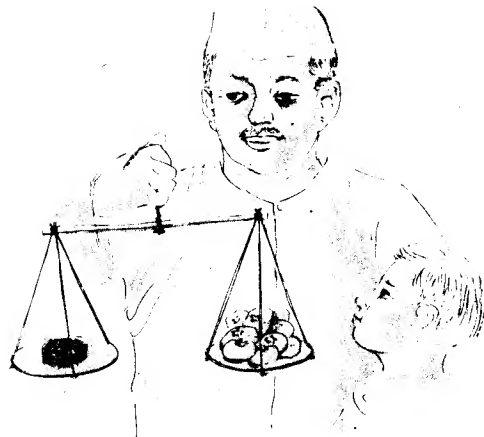
<b>अन्वेषण</b>	<b>पलड़ेवाले तराजू में सामान कैसे तोला जाता है ?</b>	<b>आवश्यक सामग्री</b> पलड़ेवाला तराजू, वजन के लिए चीजें, कुछ बाट
<p>किसी व्यापारी से या किसी बच्चे के घर से एक साधारण पलड़े वाला तराजू मँगा लें। इससे कक्षा में किताब, पत्थर, खाद्य पदार्थ के डिब्बे जैसी सामग्रियों का भार निकालें। विशेष-रूप से बच्चों को दिखाया जाए कि तराजू के दोनों बाजू लंबाई में बराबर हैं। जब डंडी जमीन के समानांतर हो तो तोल सही होता है। एक पलड़े में एक-एक करके तब तक बाट रखे जाते हैं जब तक वे दूसरे पलड़े में पड़े तोले जाने वाले सामान के बराबर न हो जाएँ। यह अनुभव करने में बच्चों की मदद कीजिए कि सामान को तौलने की यह सामान्य विधि वास्तव में ज्ञात भार के बाटों के द्वारा अज्ञात भार की तुलना करने की है। देखिए चित्र 4-1।</p>		 <p>चित्र 4-1 नित्य प्रति सामान को तौलने का कार्य ज्ञात भार के बाटों के द्वारा अज्ञात भार की तुलना करने की एक प्रक्रिया है।</p>

<b>निर्माण-कार्य</b>	<b>क्या हम तराजू बना सकते हैं ?</b>	<b>आवश्यक सामग्री</b> लकड़ी, पतली डोरी, दफ्ती (गत्ता), साधारण औजार
<p>जैसा कि चित्र 4-2 में दिखाया गया है। बच्चों को बतलाइए कि बहुत साधारण सामग्री से किस तरह सादा तराजू बनाया जा सकता है। पहले लकड़ी की एक लंबी छड़ी को इस तरह संतुलित कीजिए कि वह जमीन के समानांतर रहे। संतुलन बिंदु पर ऊपरी</p>		<p>सिरे से छड़ी में एक छोटा-सा छेद कीजिए। इस छेद में डोरी डाल कर छड़ी को लटका दें। दफ्ती के दो समान छोटे टुकड़े ले कर उनमें डोरियाँ बाँधिए, जिससे कि उन्हें पलड़े के रूप में इस्तेमाल किया जा सके। डंडी के दोनों सिरों पर बने गढ़े पलड़े की डोरियों को</p>

सँभाले रहेंगे। मानक बाटों की जगह समान आकार-प्रकार के पत्थरों, कंचे (Marbles) या बीजों का उपयोग करें।

चित्र 4-2

डोरी, गत्ता तथा लकड़ी के पलड़े वाला सादा तराजू बनाना आसान कार्य है।



बच्चों को उत्साहित कीजिए कि सावधानीपूर्वक देखें कि बाज़ार में व्यापारी सामान किस प्रकार तौलते हैं।

बच्चों से पूछें कि क्या वे ऐसे तरीके बता सकते हैं जिनमें पलड़ेवाले तराजू के बिना चीज़ें तौली जा सकें। (संभव है कुछ बच्चों ने कमानीदार तुला देखी हो।)

## 2 (घ). भार परिचित इकाइयों द्वारा तौला जाता है।

जब कोई वस्तु तौली जाती है तो वास्तव में किसी ज्ञात वस्तु या वस्तुओं के भार से उसकी तुलना की जाती है। इस तरह भार की इकाइयाँ मानक भारों की होती हैं। भारत की कुछ मानक इकाइयों से बच्चे अपने नित्य-प्रति के जीवन

में परिचित हो चुके होते हैं। यह समझने में उनकी मदद की जानी चाहिए कि ये मानक भार वही होते हैं जिन्हें लोग तुलना के लिए उपयोग में लाना स्वीकार कर लेते हैं। यहाँ कुछ उपयोगी प्रयोग बताए जा रहे हैं जो बच्चों को भार की सामान्य इकाइयों से परिचित करा देंगे।

प्रदर्शन	स्थानीय बाज़ार में भार की कौन-सी इकाइयाँ काम में आती हैं?	आवश्यक सामग्री बाज़ार से नमूने के बाट
<p>स्थानीय बाज़ार से कुछ मानक बाट माँग लाएँ। ये बाट किलोग्राम, ग्राम आदि इकाइयों के हों। बच्चों को इनकी जाँच करने दीजिए और हाथ में उठा कर उनके भार का अनुमान लगाने दीजिए। उन्हें बताइए कि इन मानक बाटों के सेट का कुल भार उन बाटों के भार के योग के बराबर ही है।</p>		

समालाप	<p>कई सालों पहले भार के कौन-कौन-से मानक बाट इस्तेमाल किए जाते थे ?</p>
<p>बच्चों को अपने माता-पिता या अन्य वयस्कों से यह पूछने के लिए उत्साहित करें कि कई साल पहले भार के कौन-से मानक इस्तेमाल किए जाते थे। उन्हें मन और सेर तथा पौंड और औंस जैसी</p>	<p>इकाइयों के बारे में जानकारी हो जाएगी। यह समझने में बच्चों की सहायता कीजिए कि अब हमारे देश में भार की ऐसी इकाइयों का प्रचलन तेजी से समाप्त होता जा रहा है।</p>

रत्ती (धुंधची) के कुछ बीज एकत्रित कीजिए। ध्यान से देखिए कि वे कितने एक-समान हैं। चर्चा कीजिए कि भार की छोटी मानक इकाइयों के लिए पहले उनका इस्तेमाल किया जाता था।

### अच्छी तरह समझने के लिए

आजादी मिलने के हजारों साल पहले से देश में भार की विभिन्न इकाइयाँ काम में लाई जाती थीं। पत्थर या बीज जैसे सरल मानकों से लेकर मन, सेर, छटाँक व पौंड, औंस और टन तक बहुत-सी मानक इकाइयाँ थीं। आजादी के तुरंत बाद हमारे राष्ट्र ने माप-तोल के लिए मीटरी पद्धति अपना ली। इस पद्धति में भार की मानक इकाइयाँ किलोग्राम हैं। शुद्ध पानी के एक लिटर का भार भी लगभग इतना ही होता है। छोटी वस्तुएँ किलोग्राम के छोटे अंशों में तोली जाती हैं। इसमें सबसे अधिक प्रचलित भाग ग्राम है जो

किलोग्राम का एक हजारवाँ भाग है। अत्यंत छोटी चीजों के तौल के लिए मिलीग्राम, ग्राम के हजारवें भाग का उपयोग किया जाता है। बहुत भारी चीजों के लिए सामान्य मानक मीटरी टन है, जो 1000 किलोग्राम के बराबर होता है।

मीटरी पद्धति अपनाने के बाद से लगभग सभी वस्तुओं का क्रय-विक्रय दूसरी मानक इकाइयों में करना गैर-कानूनी हो गया है। मीटरी पद्धति स्वीकार करके हमारा देश अनेक विकसित देशों की श्रेणी में शामिल हो गया है। बहुत-से अंग्रेजी-भाषी देश दैनिक कामों में अब भी मीटरी पद्धति का उपयोग नहीं करते। भार की इन वैज्ञानिक इकाइयों के अपनाने में हम ऐसे देशों से आगे हैं।

### 3. बल के अनेक स्रोत होते हैं।

पहली कक्षा के बालक बल से परिचित होते हैं क्योंकि उनका सामना बलों से प्रति दिन होता रहता है। फिर भी वे “बल” शब्द का प्रयोग यदा-कदा ही करते हैं। इसके बदले वे ‘धकेलना’, ‘खींचना’, ‘दबाना’, ‘फैलाना’ और ‘निचोड़ना’ आदि शब्दों का प्रयोग करते हैं और ‘भार’ का भी। यह समझने में बच्चों की सहायता करना लाभकारी होगा कि ये सब एक ही चीज के भिन्न-भिन्न रूप हैं। ये सब बल हैं। उपरोक्त कौन-सा शब्द प्रयोग करना है यह इस बात पर

निर्भर होगा कि बल किस दिशा में व किस उद्देश्य से लगाया जा रहा है।

यह इस बात का एक उदाहरण है कि बच्चों को कोई वैज्ञानिक संकल्पना के समझने में केवल शब्द अपेक्षाकृत प्रभावहीन साबित होते हैं। आवश्यकता शब्दों की नहीं है, वरन् शब्दों को अधिक अर्थ देनेवाले अनुभवों की है। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग सुझाए जा रहे हैं जो बच्चों को उस बल के स्रोतों के बारे में सीखने में मदद करेंगे जो कि उनके चारों



और हर समय विद्यमान हैं। यह समझने में भी उनकी सहायता की जा सकती है कि यद्यपि भिन्न बलों के स्रोत और उपयोग अलग-अलग हैं तथापि सभी यांत्रिक बल मूलतः समान हैं।

### 3 (क). बल मनुष्य व अन्य जानवरों की पेशियों से उत्पन्न होता है।

बालकों के लिए बल का सबसे परिचित स्रोत उनकी खुद की पेशियाँ हैं। अपनी टाँगों से उत्पन्न बलों से आदमी चलता और ऊपर चढ़ता है। बालक खेलने-कूदने के लिए अपनी पेशियों के बल का प्रयोग करते हैं। (वयस्क भारी

चीजें हटाने के लिए पेशीय बल का उपयोग करते हैं।) यदि और अधिक बल की आवश्यकता होती है तो वे जानवरों के बल का उपयोग करते हैं। जानवरों की पेशियाँ मनुष्य की पेशियों की अपेक्षा अधिक बल लगा सकती हैं। इसलिए बैल, भैंसे और घोड़े भारी गाड़ियाँ खींचने, कुएँ से पानी निकालने और खेत जोतने के काम आते हैं। यहाँ पर कुछ ऐसे प्रयोग बताए जा रहे हैं जिनसे बच्चों को यह समझने में सहायता मिलेगी कि पेशियाँ बल का स्रोत हैं।

अन्वेषण	हम भारी वस्तुओं को कैसे हटा सकते हैं ?
बच्चों को भारी पत्थर या एक मेज खिसकाने या अपने किसी साथी को ऊपर उठाने के लिए उत्साहित करें। उनके ध्यान में लाइए कि यह करने का आसान तरीका अपनी पेशियों का बल लगाना है। उन्हें यह समझने में सहायता कीजिए कि उनकी पेशियाँ कई	तरह से बल लगा सकती हैं जिन्हें प्रायः धकेलना, खींचना, निचोड़ना या उठाना कहते हैं। चूँकि ऐसे सभी “प्रकार के बल” पेशियों से उत्पन्न होते हैं, इसलिए मौलिक रूप से उनमें समानता होनी चाहिए।

बाहरी प्रेक्षण	जानवरों की पेशियों से उत्पन्न बल का हम कैसे उपयोग करते हैं ?
कक्षा के बच्चों को सड़क के किनारे या खेतों में ले जाइए। उन्हें दिखाइए कि मनुष्य बैलों, ऊँटों, हाथियों अथवा घोड़ों की पेशियों के बल का उपयोग कैसे करता है। बच्चों से इन जानवरों के प्रयास का वर्णन बल के संदर्भ में करें। “बल लगाया जाता है”,	“अमुक वस्तु बल लगाती है” ऐसे वाक्यांशों का प्रयोग बार-बार और सही ढंग से करें। विविध प्रकार की यांत्रिक क्रियाओं के लिए बच्चों से ‘बल’ शब्द का उपयोग करवाइए।

बच्चों को रस्साकशी (रस्सा खींचने) के खेल का आयोजन करने दीजिए। रस्साकर्षण की क्रियाओं का वर्णन उनके द्वारा लगाए गए बल के रूप में करवाइए।


कई बच्चों से मिल कर भारी चीज उठवाइए। वस्तु के भार को निष्प्रभावित करने के लिए उन्होंने जो प्रयास किया है उसका बलों के रूप में वर्णन कीजिए।

### 3 (ख). बल लगाने के लिए लोग तरह-तरह के औजारों का प्रयोग करते हैं।

जिस किस्म का काम हो उसी के अनुसार कमी कम बल और कमी अधिक बल की आवश्यकता होती है। एक आम को उठाने में बहुत कम बल लगाना पड़ता है। परंतु मोटर-ठेले का पहिया उठाने के लिए अधिक बल की आवश्यकता पड़ती है। मोटर-ठेले का पहिया उठा कर टायर बदलने के लिए जैक का इस्तेमाल करना पड़ता है। गड्ढा खोदने के लिए फावड़े का इस्तेमाल किया जाता है। भारी पत्थर हटाने के लिए

सबल (क्रा-बार) का इस्तेमाल करते हैं। ये औजार आवश्यकतानुसार बल लगाने में सहायक होते हैं।

बढ़ई को विशेष प्रकार के औजारों की आवश्यकता होती है। लुहार को दूसरे प्रकार के औजारों की आवश्यकता होती है। लुहार को बढ़ई के हथौड़े के मुकाबले अधिक भारी हथौड़े की जरूरत होती है। यहाँ कुछ प्रयोग बताए जा रहे हैं जो बच्चों को यह समझाने में मदद करेंगे कि लोग बल लगाने में मदद के औजारों का अनेक प्रकार से उपयोग करते हैं।

अन्वेषण	हथौड़ा किस तरह उपयोगी है?	आवश्यक सामग्री हथौड़ा, कील, लकड़ी का टुकड़ा
		
<p>चित्र 4-3 क, ख लकड़ी में कील गाड़ने के लिए हथौड़ा बलपूर्वक भरपूर प्रहार करने में सहायक होता है।</p>		
<p>एक कील और एक हथौड़ा लीजिए। पहले एक छात्र से कहिए कि जैसा चित्र 4-3 में दिखलाया है, वह अपने हाथ से लकड़ी में कील घुसाए। वह ऐसा करने में असमर्थ है। तब दूसरे छात्र से लकड़ी में</p>		<p>हथौड़े द्वारा कील ठोकने के लिए कहें। यह समझने में बच्चों की मदद कीजिए कि बल लगाने के लिए हथौड़ा एक उपयोगी औजार है।</p>

छात्रों को स्थानीय लुहार की दुकान पर ले जाइए और उन्हें पर्यवेक्षण करने दीजिए कि औजार लुहार की मदद कैसे करते हैं।

अपने छात्रों को स्कूल के उद्यान में ले जाइए और उन्हें फावड़े से गड्ढा खोदने दीजिए।

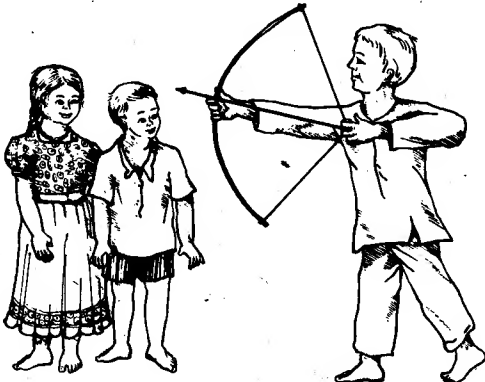
बच्चों से यह बताने के लिए कहें कि उनके घरों में कौन-से औजार इस्तेमाल होते हैं। उन्हें घर से ये औजार लाकर दूसरे बच्चों को दिखाने के लिए उत्साहित कीजिए।

**अच्छी तरह समझने के लिए**

यहाँ 'औजार' शब्द का प्रयोग केवल ऐसे यंत्रों के लिए नहीं किया गया जिनको मशीन कारीगर व शिल्पकार अपने व्यवसाय के लिए करता है। वास्तव में 'औजार' के अंतर्गत वे सभी सरल साधन आ जाते हैं जिनके ज़रिए प्रयोक्ता अपनी पेशियों के बल के द्वारा अधिक बल लगा लेता है—अधिक सुविधा के साथ या अधिक सुरक्षा के साथ। इस दृष्टि से बहुत-से ऐसे औजार हैं जिनसे सभी परिचित हैं जैसे चाकू, भाड़ू, बेलचे-फावड़े, कैचियाँ, जैक पेंच, आरियाँ, चर्खियाँ, सुइयाँ, कोल्लू तथा नाव की पतवारें।

**3 (ग). खींचने या तानने तथा मोड़ने में बल लगता है।**

रबड़ का तना हुआ फीता तनाव की दशा में बल लगाता है। जैसे ही वह मुक्त होता है उसका बल गति उत्पन्न करता है। गुलेल इसका एक बहुत अच्छा उदाहरण है। घड़ी की कमानी को चाभी लगाकर ऐंठते हैं और जब तक कमानी पूरी खुल नहीं जाती घड़ी चलती रहती है। धनुष जिससे तीर छोड़ते हैं लकड़ी की झुकी हुई खपच्ची है, जो झुकाव के कारण बल लगाती है। यह बल ही तीर को गति देता है। निम्नलिखित सरल प्रयोगों द्वारा बच्चों को समझाने में मदद दी जा सकती है कि रबड़ के तने हुए फीते या लिपटी कमानी से बल लगता है।

अन्वेषण	धनुष तीर पर कैसे बल लगाता है ?	आवश्यक सामग्री बाँस की खपच्ची, डोरी
		
<p>चित्र 4-4 क, ख झुका हुआ धनुष तीर में बल लगाता है। जब तीर छोड़ा जाता है तब बल उसे दूर ले जाता है।</p>		

बाँस की खपच्ची से धनुष तैयार कीजिए। दूसरी खपच्ची से तीर बनाइए। एक छात्र को बाँस की खपच्ची को झुका कर उसके दोनों छोरों को डोरी से बाँधने दीजिए। एक दूसरे बच्चे को धनुष से तीर

चलाने दीजिए। तीर छोड़ते समय बाँस की खपच्ची और झुकती है। वह अब बल लगाती है। तीर छोड़ा जाता है तो वह दूर चला जाता है। इसके बाद खपच्ची अपनी मूल स्थिति में आ जाती है। देखिए चित्र 4-4।

लड़कों को अंग्रेजी के अक्षर "वाई" की शकल की टहनी और रबड़ की दो पट्टियों से गुलेल तैयार करने दीजिए।

### 3 (घ). गतिमान वस्तुओं को जब धीमा किया जाता है तो वे बल लगाती हैं।

जब कोई बच्चा क्रिकेट की गेंद रोकता है तो वह उसकी गति धीमी कर देता है। जब गेंद रुकती है तो वह बल लगाती है। बच्चा यह बल अपने हाथों पर महसूस कर सकता है। इसी प्रकार जब बड़ई हथौड़े से कील ठोकता है तो उसका गतिमान हथौड़ा कील से टकरा कर धीमा पड़ जाता है। शीघ्र हथौड़ा एकदम रुक जाता है। जब हथौड़े की गति धीमी की जाती है तो वह कील के मत्थे पर बल लगाता है। यही बल है जो कील को लकड़ी में घँसा देता है। यदि काँच के टुकड़े पर छोटा पत्थर रख दिया जाए तो शीशा नहीं टूटता।

पत्थर का भार इतना कम है कि वह शीशे के टुकड़े को नहीं तोड़ पाता। लेकिन यदि इसी पत्थर को काँच पर फेंका जाए तो टकराने से उसकी गति धीमी हो जाती है। जब उसकी गति मंद होती है तो पत्थर शीशे पर बल लगाता है। यह बल इतना अधिक होता है कि शीशे को तोड़ देता है।

जब भी किसी वस्तु की गति धीमी की जाती है तो वह बल लगाती है। इसका अर्थ है कि गतिमान वस्तुएँ अपने आप में बल का स्रोत होती हैं। इस बल का उपयोग करने के लिए केवल इतना करना होता है कि वस्तु की गति धीमी कर दी जाए। यहाँ कुछ प्रयोग बताए जा रहे हैं जिनकी सहायता से बच्चे यह सिद्धांत आसानी से समझ सकते हैं।

#### अन्वेषण

#### क्या एक गतिमान बालक रोके जाने पर बल लगाता है ?

जैसा कि चित्र 4-5 में दिखाया गया है तीन या चार बच्चों को सटाकर खड़ा करें। यह एक 'मानवी' दीवाल बनेंगे। किसी अन्य बच्चे से कहें कि वह इस दीवाल की ओर दौड़े। "दीवाल" के बच्चों से कहिए कि वे नजदीक आने पर दौड़ते बच्चे को रोकें। क्या दौड़ता हुआ बच्चा जब उसकी गति रोकी जाती है बल लगाता है ? जब दौड़ते हुए बच्चे की गति धीमी की जाती है तो क्या "मानवी दीवाल" के बच्चे उसका बल महसूस करते हैं ? क्या यह गतिमान बालक बल का स्रोत है ? इस बल का उपयोग करने के लिए क्या किया जाना चाहिए (गतिमान बालक की गति धीमी करने का उपाय सोचिए) ?



चित्र 4-5

रोके जाने पर अथवा धीमा किए जाने पर दौड़ता हुआ बालक बल लगाता है।

अन्वेषण	किसी चीज़ को तोड़ने के लिए गतिमान वस्तु किस तरह बल लगाती है ?	आवश्यक सामग्री मिट्टी का पुराना बर्तन, छोटा पत्थर
<p>मिट्टी का एक ऐसा बर्तन प्राप्त करें जो अब काम का न हो, क्योंकि इस प्रयोग में वह टूट जाएगा। उस पर पत्थर का एक छोटा टुकड़ा रखें। बच्चों को यह दिखाइए कि पत्थर का भार इतना नहीं है कि मिट्टी का बर्तन टूट जाए। अब एक बच्चे को बर्तन पर पत्थर गिराने या फेंक कर मारने के लिए कहिए। पत्थर इतनी जोर से फेंका जाना चाहिए कि बर्तन टूट जाए। क्या पत्थर की गति धीमी हो गई थी? क्या उसने इतना बल लगाया था कि मिट्टी का बर्तन टूट गया?</p>		

बच्चों से पूछिए कि वे जब गेंद, एक छोटा या बड़ा पत्थर शरीर से रोकते हैं तो उन्हें क्या अनुभव होता है। जब वे उनकी गति धीमी करते हैं तो क्या वे गतिमान वस्तु द्वारा लगाए गए बलों का अनुभव करते हैं?

### 3 (ड). भार बल है।

पृथ्वी हर-एक वस्तु पर बल लगाती है। पृथ्वी प्रत्येक वस्तु को अपने केन्द्र की ओर आकर्षित करती है। पृथ्वी के इस आकर्षण को गुरुत्व बल कहते हैं। अनाज से भरे बोरे को

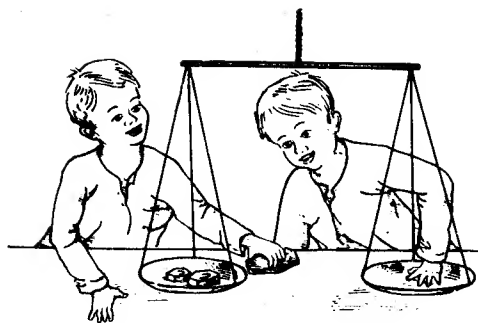
उठाना कठिन है। फल का टुकड़ा उठाना आसान है। पृथ्वी फल के टुकड़े के मुकाबले अन्न के बोरे को अपनी ओर अधिक खींचती है। अन्न के बोरे में फल के टुकड़े से अधिक भार है। एक सरल प्रयोग इसका प्रमाण प्रस्तुत कर देगा।

अन्वेषण	कौन-सा बल वस्तुओं को गिराता है ?	आवश्यक सामग्री पत्थर, डोरी, कैंची
<p>डोरी से एक छोटा पत्थर लटकाइए। डोरी को हुक या खूँटी से बाँध दीजिए। कैंची से डोरी काट दीजिए। पत्थर नीचे गिर पड़ता है। पत्थर पर पड़ने वाले गुरुत्व बल ने पत्थर को नीचे खींच लिया। पत्थर अपने भार के कारण गिर पड़ा।</p>		

अन्वेषण	भार क्यों बल की तरह है ?	आवश्यक सामग्री बाट, पलड़े वाला तराजू
<p>कक्षा में पलड़े वाले तराजू या कमानीदार तुला का इस्तेमाल करें। बच्चों को उस पर वस्तुओं को तौलने दें। उनसे कहें कि वह तराजू के पलड़े में अपना हाथ रख कर उसे इस तरह दबाएँ जैसे तौलने के लिए रखी गई कोई चीज़ पलड़े को नीचे की ओर दबाती है। देखिए चित्र 4-6। विवेचन द्वारा उन्हें समझाइए कि तौली जाने वाली वस्तु का भार वास्तव में एक बल है जो तराजू के पलड़े पर अपनी क्रिया करता है।</p>		

चित्र 4-6

जैसे तौलने के लिए रखी गई कोई चीज पलड़े को नीचे दबाती है, उसी प्रकार एक बालक सादा तराजू के पलड़े को हाथ में नीचे दबा सकता है।



### वैज्ञानिकों की कार्यविधि

### बल की कल्पना कितनी उपयोगी है ?

आइए एक खेल हो जाए—एक प्रतियोगिता। मान लीजिए आपसे पूछा जाए कि ये वस्तुएँ किस माने में एक-सी हैं : चपाती, दूध, दही, चावल, मसूर और शक्कर। इसका उत्तर पहले कौन देगा ? इसका उत्तर है कि ये सब खाद्य पदार्थ हैं। इस उत्तर की क्या उपयोगिता है ? इसकी उपयोगिता यह है कि ये सभी छहों चीजें एक ही वर्ग में रखी जा सकती हैं। यद्यपि वे एक-दूसरे से भिन्न हैं तथापि वे सब एक उद्देश्य पूरा करती हैं। जब आप भूखे हों तब आपको संतुष्ट करती हैं और आपको बड़ा होने और मजबूत बनाने में मदद करती हैं। गेंद और गुड़िया, घेरे (हूप) और गुब्बारे के बारे में आपका क्या ख्याल है ? इनमें क्या समानता है ? ये सब खिलौने हैं—ये खेलने के काम आते हैं। इन सबको एक ही वर्ग में रखा जा सकता है बावजूद इसके कि इनकी आकृति और रंग में भिन्नता है, और ये अलग-अलग सामग्री से बने हैं।

क्या आप कुछ और ऐसी चीजें बता सकते हैं जिनको एक ही वर्ग में रखा जा सके ? विभिन्न वस्तुओं के बारे में आप क्या सोचते हैं ? उन विभिन्न जानवरों के बारे में आप क्या सोचते हैं जो हमारी सहायता करते हैं ? और तरह-तरह का वह सामान जिससे मकान बनाया जाता है ? आप देख सकते हैं कि अलग-अलग तरह की चीजों को एक ही वर्ग में शामिल किया जा सकता है क्योंकि वे सब एक ही उद्देश्य पूरा करती हैं।

बल के बारे में अभी तक हम जो जानकारी प्राप्त कर रहे थे उससे इन चीजों का क्या वास्ता है ? हम यह भी सीख रहे थे कि किस तरह खींचे हुए रबड़ के फीते और झुकी हुई कमानियाँ काम करती हैं और किस तरह मनुष्य औजारों का इस्तेमाल करता है। हम यह भी देख रहे थे कि किस तरह पेशियाँ बल को उत्पन्न करती हैं और गतिमान वस्तुएँ किस तरह धीमा किए जाने पर बल लगाती हैं। हम यह भी जान चुके हैं कि भार, जिससे हम सब इतने परिचित हैं, एक बल है।

हम अभी तक अलग-अलग क्रियाओं को एक वर्ग में रख रहे थे, क्योंकि उनमें कुछ-न-कुछ समानता है। अभी जिन सब चीजों का उल्लेख किया गया है वे सब बल के उदाहरण हैं। उनमें से जो एक कर सकता है वही सब दूसरे भी कर सकते हैं। चूँकि वे सब बल हैं इसलिए वे सब वस्तुओं की चाल तेज़ कर सकते हैं या धीमा कर सकते हैं। सब तरह के ये बल किसी वस्तु की आकृति बदल सकते हैं। उनके बारे में एक बार और सोचिए :

पेशियों का बल

औजारों का बल

रबड़ के फीतों और कमानी का बल

गति धीमी की जाने वाली वस्तुओं का बल

भार

क्या आप ऐसे उपायों की कल्पना कर सकते हैं जिनसे बल के इन उदाहरणों में से प्रत्येक वस्तु की गति बदल सकती हो? क्या आप उन तरीकों की कल्पना कर सकते हैं जिनसे बल के इन उदाहरणों में से प्रत्येक वस्तु की आकृति बदल सकती हो? क्या आप सहमत हैं कि उदाहरण में गिनाए पाँचों प्रकार के बल एक ही काम कर सकते हैं? क्या आप सहमत हैं कि उन सबको एक ही चीज़ मानना चाहिए जैसे कि चपाती और दही आदि को एक ही चीज़ अर्थात् भोजन माना जाता है?

तो यह है बल के विचार की उपयोगिता। यह समान क्रियाओं को एक जगह इकट्ठा करती है और बताती है कि किस प्रकार वे एक जैसी हैं। स्कूल आने से पहले ही आपको रबड़ के खिंचे हुए फीतों और

पेशियों और भार के बारे में जानकारी थी। लेकिन आपको यह नहीं मालूम था कि वे सब की सब बल के स्रोत हैं। क्या आपको मालूम था? ऊपर की सूची में शामिल पाँचों वस्तुओं के बारे में अब आप अधिक जानते हैं, क्योंकि आपने उन सबको एक ही वर्ग में रख कर बल का उदाहरण माना है।

वैज्ञानिक प्रायः इसी तरीके से काम करते हैं। वे बहुत-सी चीज़ों का अध्ययन करते हैं और उनमें समानता के आधार पर उनको वर्गों में विभाजित कर देते हैं। इस तरह वैज्ञानिक सब चीज़ों को अधिक अच्छी तरह समझते हैं। इस तरह से विज्ञान का अध्ययन आपको भी वस्तुओं के बारे में और अधिक समझने में सहायक सिद्ध हो सकता है।

### अच्छी तरह समझने के लिए

इस संकल्पना के अंतर्गत बल के पाँच अलग-अलग स्रोतों की चर्चा हो चुकी है : जानवरों की पेशियाँ, औज़ार, खिंची या झुकी वस्तुएँ, गतिमान पदार्थों का मंद होना और गुरुत्वाकर्षण। बल के और भी कई स्रोत हैं, जैसे चुंबकीय या विद्युतीय। यह समझ लेना बहुत महत्वपूर्ण है कि बल तो बल ही है, उसका स्रोत चाहे जो हो। यह प्रतीत होना भी महत्वपूर्ण है कि धक्का देना, कर्षण, खींचना, आकर्षण, फावड़े से उठाना आदि चाहे

जिस शब्द का उपयोग किया जाए बल बल ही रहता है। कभी-कभी “धक्का या कर्षण” के रूप में बल की परिभाषा की जाती है। यह बहुत अच्छी परिभाषा नहीं है, क्योंकि इसमें “बल” शब्द की तो परिभाषा होती नहीं, केवल नए शब्दों का (धक्का और कर्षण) का इस्तेमाल कर दिया जाता है। वास्तव में यह कहना अधिक उपयुक्त होगा कि बल वह है जो वस्तु की आकृति बदल सकता है या जो उसकी गति को धीमा या तेज कर सकता है।

# ऊर्जा और कार्य

## दूसरी कक्षा

### सामान्य दृष्टि

कक्षा 1 के छात्रों को मापन के विचार का आरंभिक परिचय कराया जा चुका है। वे दूरी की माप के बारे में सीख चुके हैं। उन्होंने देखा कि 'दूरी' के कई नाम हैं और दूरी की इकाइयाँ प्रायः परिचित हैं। वे गुरुत्व बल की माप के बारे में भी जान चुके हैं क्योंकि वस्तुओं और सामग्रियों को तौलते समय वे उसी की माप करते हैं।

यहाँ कक्षा 2 के स्तर पर बच्चों को दूरी का अपना अवबोध बढ़ाने की दिशा में और आगे बढ़ने का अवसर प्राप्त होगा। वे जान चुके हैं कि 'दूरी' का अर्थ क्या होता है और इसका सार्थक रूप से वर्णन कैसे किया जाता है। इस कक्षा में वे दूरी की वास्तविक माप की ओर पहला पग बढ़ाते हैं। सावधानीपूर्वक एक दूरी की दूसरी दूरी से तुलना करते हैं। इसके बाद छात्रों का परिचय एक और मात्रामूलक संकल्पना से कराया जाएगा। वह है समय। वे समय की अवधि का तुलनात्मक माप करना सीखेंगे, पहले अपनी नाड़ी (नब्ज) और साधारण पेंडुलम (लोलक) द्वारा और अंततः दीवाल-घड़ी व कलाई-घड़ी देखकर।

कक्षा 1 के छात्रों को बल की संकल्पना से परिचित कराया जा चुका है। सामान्य अनुभव से बल के बारे में वे जो कुछ जानते हैं उसे सही शब्दों में व्यक्त करना वे सीख चुके हैं।

वे जान चुके हैं कि पेशियों से, रबड़ के तने हुए फीतों से और झुकी हुई कमानियों से बल उत्पन्न होता है। वे जान चुके हैं कि लोग बल लगाने के लिए सरल औजारों का प्रयोग करते हैं और यह भी कि जब गतिमान वस्तुओं को धीमा किया जाता है तो वे बल लगाती हैं। वे विशेष रूप से जान चुके हैं कि भार बल है।

अब इन बच्चों का ज्ञान बढ़ाया जा सकता है। वे देखना शुरू कर देते हैं कि लोग बल का प्रतिकार करने के लिए क्या करते हैं। वे वस्तुओं पर गुरुत्व-बल (भार) को निष्प्रभावित करने या उसका प्रतिकार करने के बारे में विशेष रूप से सीखते हैं। वे सीखते हैं कि किसी वस्तु के भार को अवलंब देने के लिए कई तरीके हैं। यदि किसी वस्तु को सहारा देना है तो उसे किसी न किसी स्रोत से ऊर्ध्वमुख बल लगा कर अवलंब दिया जा सकता है। इस तरह बच्चे न केवल किसी बल को पहचानना सीखते हैं बल्कि बल पर नियंत्रण करना, उपयोगी कार्यों के लिए बल लगाना भी जान जाते हैं।

इस प्रकार कक्षा 2 की पढ़ाई पूरी होने पर बच्चे इन तीन महत्वपूर्ण परिमाणों दूरी, समय और बल और उनके मापन की आरंभिक जानकारी प्राप्त कर लेंगे। जिस भौतिक संसार में वे रहते हैं उसे समझने की दिशा में वे यह महत्वपूर्ण कदम पहले ही उठा चुके हैं।

### 1. कोई भी दूरी किसी मानक दूरी से तुलना करके मापी जा सकती है।

दूरी मात्रामूलक विचार है। यानी कुछ दूरियाँ दूसरों से अधिक हो सकती हैं। दूसरे शब्दों में, दूरियों की तुलना अन्य

दूरियों से की जा सकती है। यह बात बच्चे व्यक्तिगत अनुभव से जानते हैं, भले ही वे स्पष्ट रूप से व्यक्त न कर सकें। उनके



मन में यह संकल्पना होती है क्योंकि वे कहते रहते हैं कि यह दूरी उससे अधिक है या एक लड़का दूसरे से छोटा है।

**1 (क). दूरियों की परस्पर तुलना की जा सकती है।**

घर और स्कूल के बीच की, एक और दूसरे गाँव के बीच की और गाँव तथा समीपवर्ती कस्बे के बीच की दूरियों से

छात्र परिचित हैं। वे यह भी समझ लेते हैं कि दो स्थानों के बीच सीधी सड़क की दूरी और टेढ़ी-मेढ़ी सड़क की दूरी में अंतर होता है—टेढ़ी सड़क की दूरी सीधी सड़क की दूरी से अधिक होती है। उन्हें निम्नलिखित जैसे कामों से समझाएँ कि, दूरियों की तुलना की जा सकती है।

चर्चा	'अधिक दूर', 'अधिक ऊँचे' और 'अधिक लंबे' सरीखे पदों का क्या अर्थ होता है ?
बच्चों से सापेक्ष दूरियों की चर्चा करें। उनसे पूछें कि कमरे की लंबाई, चौड़ाई में कौन बड़ी है। कौन अधिक दूर है—सड़क से स्कूल, या स्कूल से कोई सुपरिचित वृक्ष ? बच्चों में कौन स्कूल से सबसे अधिक दूर रहता है ? सब से नजदीक कौन रहता है ? कक्षा में सबसे लंबा बच्चा कौन है ? और सबसे छोटा कौन है ? किस का पाँव सबसे अधिक लंबा है ? हाथ	फैलाने पर एक हाथ की उँगली से दूसरे हाथ की उँगली तक के बीच की लंबाई देखी जाए तो किस बच्चे के हाथों के बीच की लंबाई सबसे अधिक है। इन प्रश्नों पर चर्चा करते समय बच्चों को यह समझने में सहायता दीजिए कि वे दूरियों की तुलना कर रहे हैं।

बच्चों से पूछें कि स्कूल से अमुक तीन या अधिक स्थानों तक पहुँचने के रास्तों में से कौन-सा सबसे छोटा है। उनसे पूछें कि वे इस निर्णय पर कैसे पहुँचे।

**1 (ख). मीटर दूरी नापने का स्वीकृत मानक है।**

एक दूरी की दूसरी दूरी से तुलना की जा सकती है। यह तथ्य दूरी के मापन का आधार है। दूरी के मापन में एक अज्ञात दूरी की तुलना ज्ञात दूरी से की जाती है। बच्चे सहज रूप से ऐसा करते हैं। वे किसी विशेष जगह तक की दूरी की तुलना किसी परिचित दूरी से करते हैं। जैसे घर से स्कूल तक की दूरी अथवा खेत से बाजार तक की दूरी अथवा वे दूसरे व्यक्ति की लंबाई की तुलना अपनी लंबाई से करते हैं। दूरी मापने का यह सरल किंतु वैज्ञानिक तरीका है। सर्वोत्तम मापन

के लिए एक ऐसी मानक इकाई की आवश्यकता होती है जिसे सब लोग स्वीकार करते हों। हमारे देश में और दुनिया के बहुत-से अन्य देशों में भी यह मानक दूरी मीटर है।

यह समझने में बच्चों को सहायता देने की आवश्यकता है कि दूरी के उत्तम मापन के लिए मानक दूरी का होना वास्तव में जरूरी है। उन्हें यह समझने के लिए भी सहायता चाहिए कि मीटर ऐसा ही एक मानक है। यहाँ कुछ प्रयोग सुझाए जा रहे हैं जो बच्चों के सामने ये बातें स्पष्टतर रूप से रखने में शिक्षकों की सहायता करेंगे :

कक्षा प्रायोजना	दूरी की मानक इकाई का क्या लाभ है ?	आवश्यक सामग्री छोटी छड़ी
कक्षा के बच्चों से एक छोटी छड़ी को लंबाई की मानक इकाई मान लेने के लिए कहें। छड़ी की लंबाई	किसी भी बच्चे की लंबाई के लगभग आधे के बराबर हो सकती है। यह विचार ग्रहण करने में बच्चों की	

सहायता करें कि किसी भी साधारण दूरी की तुलना इस छड़ी से की जा सकती है। इस प्रकार एक लंबा बच्चा दो छड़ी की ऊँचाई के बराबर हो सकता है। अथवा कमरा 30 छड़ी चौड़ा और 40 छड़ी लंबा हो सकता है। जैसा कि चित्र 4-7 में दिखाया गया है बच्चों को मापने दीजिए कि कमरा कितनी छड़ी लंबा और कितनी छड़ी चौड़ा है। अब इसी विधि से दूसरे कमरे की लंबाई मपवाएँ। हो सकता है कि वह 36 छड़ी लंबा हो। अब बच्चों को यह समझाएँ कि वे दो कमरों की लंबाई की तुलना कर सकते हैं बावजूद इसके कि वे प्रत्यक्ष तुलना के लिए दोनों कमरों को अलग-अलग नहीं रख सकते। इससे लंबाई की मानक इकाई की उपयोगिता स्पष्ट हो जाती है। दो आदमी अलग-अलग गाँवों में अपने रसोई-घरों की चौड़ाई का माप



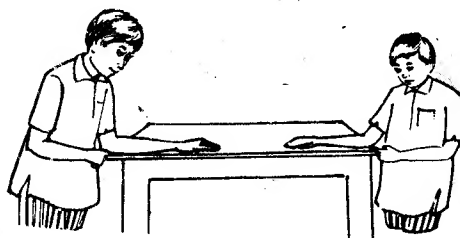
चित्र 4-7

कमरे की लंबाई और चौड़ाई इस बात से मापी जा सकती है कि कमरा कितनी छड़ी लंबा और कितनी छड़ी चौड़ा है।

ले सकते हैं यदि वे मापने के लिए लंबाई की मानक इकाई का उपयोग करने के लिए सहमत हो जाएँ। इस तथ्य पर जोर दें कि किसी इकाई की कोई उपयोगिता तभी होगी जब सब लोग मानक इकाई स्वीकार कर लें।

प्रदर्शन	मीटर कितना लंबा होता है ?	आवश्यक सामग्री मीटर का पैमाना या एक मीटर लंबी छड़ी
<p>बच्चों को मीटर का पैमाना या लकड़ी की एक मीटर लंबी छड़ी दिखाएँ। उनसे पूछें—क्या कोई ऐसा कारण है कि इसे लंबाई की मानक इकाई के रूप में इस्तेमाल किया जाए। आखिरकार, साधारण दूरियाँ मापने के लिए यह एक सुविधाजनक लंबाई है। बताएँ कि यह इकाई दूरी के मानक के रूप में समूची दुनिया में स्वीकार की जा चुकी है। कमरे</p>		
<p>की लंबाई, बच्चे की ऊँचाई या सड़क तक दूरी के मानक के लिए इस छड़ी का प्रयोग करें। बच्चों को दिखाएँ कि मीटर किस तरह 100 बराबर हिस्सों में बँटा है। इनमें से हर हिस्सा सेंटीमीटर कहलाता है। (शब्दार्थ—मीटर का <math>\frac{1}{100}</math> भाग)। छोटी दूरियाँ मापने के लिए सेंटीमीटर एक उपयोगी मानक इकाई है।</p>		

अन्वेषण	क्या 'हाथ-भर' लंबाई दूरी मापने का अच्छा मानक है ?
<p>एक छात्र से कहें कि वह चित्र 4-8 के अनुसार कमरे या मेज की लंबाई अपने हाथ (कोहनी से लेकर हाथ के बीच की उँगली तक पूरी लंबाई) से मापे।</p>	
<p>चित्र 4-8 दूरी मापने के लिए 'हाथ भर' लंबाई अच्छा मानक नहीं है क्योंकि हर व्यक्ति के हाथ की लंबाई समान नहीं होती।</p>	



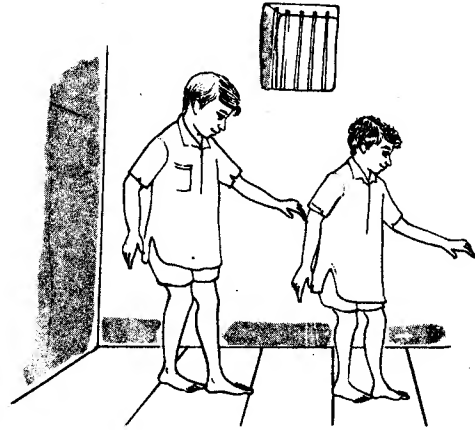
बोर्ड पर दर्ज करें कि कमरे या मेज़ की लंबाई कितने हाथ और उसके किस हिस्से के बराबर है। अब एक दूसरा लड़का चुनें जो पहले लड़के से लंबा या छोटा हो, और उससे कहें कि वह भी 'अपने हाथ' से वही लंबाई मापे। इसे भी दर्ज करें। अब आप 'अपने हाथ'

से वही लंबाई मापे। इसे भी दर्ज करें। पूछें कि उत्तरों में अंतर क्यों है, यद्यपि सभी उसी तरीके से माप की उसी इकाई "हाथ" से मापने के बाद प्राप्त हुए हैं। उन्हें समझाएँ कि हर व्यक्ति के हाथ की लंबाई समान नहीं होती।

एक छात्र से कहें कि वह अपने पाँव की लंबाई को माप की इकाई मान कर दीवाल या मेज़ की लंबाई मापे। विभिन्न आकार के दो या अधिक छात्रों से उमी तरह मापने के लिए कहें और चर्चा करें कि गड़बड़ी क्यों पैदा होती है। देखिए चित्र 4-9।

चित्र 4-9

व्यक्ति के पाँव की लंबाई अक्सर माप की इकाई मानी जाती है तो भी यह एक घटिया मानक है क्योंकि विभिन्न व्यक्तियों के पाँवों की लंबाई अलग-अलग होती है।



बच्चों से गौर करने के लिए कहें कि कपड़े का व्यापारी और रस्सी बेचने वाला तथा बड़ई अपना-अपना माल मीटर से ही मापते हैं। बताएँ कि हमारे देश में इस तरह की चीज़ों का क्रय-विक्रय मीटर से संबंध न रखने वाली इकाइयों की सहायता से करना गैर-कानूनी है।

अपनी-अपनी मापक छड़ियाँ तैयार करने में बच्चों की सहायता करें। सीधी, साफ़ छड़ियों पर सेंटीमीटर इकाई के निशान लगा कर यह काम बड़ी सरलता से किया जा सकता है।

#### वैज्ञानिकों की कार्यविधि

#### भारत मीटरी पद्धति का उपयोग करता है।

आइए, एक खेल खेलें। मान लें कि आप अपने गाँव के मुखिया हैं। बाज़ार से शिकायतें आ रही हैं। कुछ लोग कह रहे हैं कि माल खरीदते समय उनसे

छल किया जाता है। एक आदमी ने अपनी समझ में कुएँ से बाल्टी द्वारा पानी निकालने लायक काफी लंबी रस्सी खरीदी, लेकिन घर पहुँचने पर पता चला

कि वह पर्याप्त लंबी नहीं थी। दो औरतों ने साड़ियाँ खरीदीं लेकिन वे बहुत छोटी निकलीं। गाँववालों ने सड़क के एक टुकड़े में पत्थर लगाने और चिकना पक्का बनाने के लिए रुपया खर्च किया, लेकिन अधिकांश लोगों का कहना है कि मजदूरों ने सड़क के छोटे टुकड़े पर काम किया जबकि उन्हें उससे बड़े टुकड़े पर काम की मजदूरी दी गई थी। ग्राम परिषद् के मुखिया के रूप में आप के सामने कई समस्याएँ हैं। अब आप क्या करेंगे ?

आप सचमुच जानना चाहते हैं कि समस्या क्या है। तो आप बाज़ार जाकर जाँच कर सकते हैं। शायद आप पाएँ कि रस्सी बेचने वाला अपने पुस्तैनी जीर्ण-शीर्ण गज से रस्सी मापता है। जो आदमी साड़ी के लिए कपड़ा बेचता है वह अपने 'हाथ' से कपड़ा मापता है। और जिन लोगों ने सड़क बनाई है उन्होंने कदमों से दूरी माप कर तय किया है कि हमें यहाँ तक सड़क की मरम्मत करनी है। अब आप इस समस्या के बारे में क्या करेंगे ?

निश्चय ही एक उत्तम उपाय यह होगा कि लोगों से लंबाई का कोई अच्छा मानक इस्तेमाल कराया जाए, बजाए इसके कि जीर्ण-शीर्ण गज, हाथ, कदम या सिर्फ अनुमान से काम चलने दिया जाए। इसके स्थान पर यह भी बहुत बढ़िया होगा कि गाँव का प्रत्येक आदमी लंबाई मापने के लिए उसी मानक का प्रयोग करे। यदि आप ऐसा ही चाहते हैं तो लंबाई के मानक के रूप में क्या इस्तेमाल किया जाना चाहिए ?

हाँ, तो आप पता लगा सकते हैं कि पास-पड़ोस के गाँव वाले क्या इस्तेमाल करते हैं। जिस जिले में या जिस राज्य में आप रहते हैं वहाँ लंबाई का कोई मानक स्वीकृत होगा। यह व्यावहारिक होगा कि आप लंबाई के उसी मानक का उपयोग करें जिसका

इस्तेमाल दूसरे समुदायों के लोग करते हैं।

बीस साल से अधिक समय हुआ, जब हमने स्वाधीनता प्राप्त की थी। तब हमारे देश में भी इसी तरह की स्थिति थी। लंबाई की बहुत-सी इकाइयाँ इस्तेमाल में आ रही थीं, फुट और इंच, फ़र्लांग और फ़ैदम, कदम और दिन-भर की यात्रा में तय दूरी। अतः सरकार ने यह देखने के लिए दुनिया के दूसरे राष्ट्रों की ओर निगाह दौड़ाई कि उनके यहाँ माप-तौल के कौन-से मानक इस्तेमाल हो रहे हैं। तो वह इस निर्णय पर पहुँची कि सबसे सामान्य और सबसे उपयोगी पद्धति मीटरी पद्धति है, जिसका फ़्रांस में 150 साल से भी पूर्व विकास किया गया था। यही वह पद्धति है जिसका इस्तेमाल दुनिया भर के वैज्ञानिक करते हैं। अधिकतर देश सभी जगह इसी पद्धति का समूचे रूप में उपयोग करते हैं। इसलिए हमारे देश ने भी इसे सरकारी मान्यता प्रदान करने का फैसला किया। यही कारण है कि मन-छटाँक या गज-इंच, अथवा पौंड से माप कर वस्तुओं का क्रय-विक्रय गैर-कानूनी है। हम हर काम में मीटरी पद्धति बर्तते हैं। मीटर लंबाई का मानक है।

मीटरी पद्धति के इस्तेमाल के विषय में हम दुनिया के कुछ अति आधुनिक देशों से आगे हैं। इंग्लैंड, अमेरिका और अंग्रेज़ी भाषी दूसरे देशों में विज्ञान की प्रयोग-शालाओं में मीटरी पद्धति का व्यवहार होता है और वही लंबाई का कानूनी मानक है। फिर भी दैनिक इस्तेमाल में, दूरियाँ मापने में पुराने तरीके की बेढंगी इकाइयों—इंच, फुट, गज और मील का व्यवहार अब भी होता है।

लेकिन हम अपने देश में मीटरी पद्धति का उपयोग करते हैं।

## 2. लोगों को प्रायः समय मापने की भी आवश्यकता होती है।

स्कूल जाने की अवस्था होने से पहले ही बच्चे समय की संकल्पना से परिचित होते हैं। वे समय शब्द का इस्तेमाल करते हैं। पूछते हैं 'कितना समय हुआ' अथवा 'क्या खाने का

समय हो गया'। वे 'पहले', 'बाद', 'देर', 'जल्दी', 'तुरंत', 'उसी समय', 'कब', और 'अभी-अभी' जैसी संकल्पनाओं का व्यापक उपयोग करते हैं। कुछ बच्चे 'मिनट' और 'घंटों' शब्द

का सही उपयोग करते हैं। और कुछ घड़ी देख कर समय बता सकते हैं। इस इकाई में शिक्षक को बच्चों की पिछली जानकारी को मुदृढ़ करने, विकसित करने और व्यवस्थित करने की कोशिश करनी चाहिए। इसके अतिरिक्त अब बच्चों को समय की माप के सरल तरीकों के बारे में बताया जा सकता है।

## 2 (क). समय की कल्पना 'कितनी अवधि' 'कितना बिलंब', 'कब' आदि के रूप में की जानी चाहिए।

बच्चों को समय की मूलभूत संकल्पना के व्यवहार का अनुभव होता है। वे बहुत अच्छी तरह जानते हैं कि दो प्रेक्षित घटनाओं में पहले कौन-सी घटी थी। वे जानते हैं कि दिन के बाद रात आती है और रात के बाद अगला दिन।

वे जानते हैं कि कुछ घटनाएँ अधिक समय लेती हैं और कुछ बहुत जल्दी घटित हो जाती हैं।

इस कक्षा के स्तर पर शिक्षकों का काम इन विचारों का इतना परिचय कराना नहीं है। वास्तव में इनके परिचय की आवश्यकता भी उतनी नहीं है, जितना कि उन्हें व्यवस्थित करना है। यह समझने के लिए बच्चों को सहायता करने की आवश्यकता है कि समय की उनकी छिट-पुट और बिखरी हुई जानकारी वास्तव में एक भौतिक संकल्पना से संबद्ध है। यह है समय का प्रवाह। समय के बारे में अपनी जानकारी के प्रति बच्चों को जागरूक बनाने के लिए निम्नलिखित प्रयोग उपयोगी होंगे :

प्रदर्शन	समय का अंतराल क्या है ?
जब तक शिक्षक दस तक गिनती बोले तब तक बच्चों को आँखें बंद किए रहने के लिए कहें। इस अंतराल में शिक्षक को चाहिए कि वह कमरे के भीतर कुछ वस्तुएँ सरका दे। खुद शिक्षक ही चुपके से एक स्थान से दूसरे स्थान पर चला जाए, एक मेज या कुर्सी सरका दे, अथवा खिड़की खोल दे या बंद कर दे। बच्चों को यह बताने की चुनौती दी जाए कि जितने समय तक वे आँखें बंद किए थे उतने में क्या गुजरा। उन्हें	अनुभव करने दीजिए कि जिस बीच उनकी आँखें बंद रहीं, कुछ समय बीत गया। उनकी आँखें इतनी देर बंद रहीं कि इस बीच कमरे में कोई परिवर्तन हो गया। जिस बीच उनकी आँखें बंद थीं उस बीच कुछ घट गया। उनकी आँखें समय की एक अवधि के लिए बंद थीं। उनकी आँखें समय के एक अंतराल के लिए बंद रहीं।

एक हाथ उठाइए, फिर दूसरा। बच्चों से बताने को कहिए कि कौन-सा हाथ पहले उठा और कौन-सा बाद में। उन्हें बताइए कि वे वास्तव में समय के दौरान घटनाओं की तुलना कर रहे हैं।

संगीत के समय बच्चों को ताली बजाने या पाँव से थाप देने के लिए कहें। उन्हें समझाइए कि वे ताली बजा कर या पाँव से थाप दे कर समय के समान अंतरालों को माप रहे हैं।

## अच्छी तरह समझने के लिए

"समय" संज्ञा के दो विभिन्न अर्थ हैं। कक्षा 2 के बच्चों से

यह आशा नहीं की जा सकती कि वे इन दोनों अर्थों का अंतर स्पष्ट कर पाएँगे। फिर भी यह अंतर शिक्षक के लिए दिलचस्प और महत्वपूर्ण है। "समय" का एक अर्थ "किस क्षण" पद

में निहित है। दूसरे शब्दों में, “समय” की कल्पना घटना-क्रम के किसी “बिंदु” के रूप में की जा सकती है। जब पूछा जाता है कि “किस समय—?” तो वह इसी अर्थ में होता है जिसका उत्तर हो सकता है “ठीक 3 बज कर 30 मिनट पर” या “ठीक सूर्योदय के समय”।

दूसरी ओर, “समय” शब्द का व्यवहार कभी-कभी “समय के अंतराल” या “समयांतर” के लिए भी होता है। जब कोई पूछता है कि आलू उबलने में या 100 मीटर दौड़ने में कितना समय लगता है तब समय शब्द का उपयोग इसी पिछले अर्थ में किया जाता है। समय की अवधि के रूप में प्रश्नों का उत्तर है—“आलू 45 मिनट में उबल जाता है” या “100 मीटर की दौड़ के लिए 10 मिनट का समय पर्याप्त है”।

2 (ख). समय का वर्णन परिचित इकाइयों में होता है।

जिन इकाइयों में समय की अभिव्यक्ति की जाती है वे दुनिया के सभी हिस्सों में लगभग एक जैसी हैं। समय के बहुत छोटे अंतरालों की चर्चा सेकेंड और मिनट में की जाती है। इससे लंबे अंतरालों के लिए घंटा, दिन या सप्ताह का उपयोग किया जाता है। बहुत बड़े अंतराल के लिए महीना, वर्ष, दशक या शताब्दी का उपयोग करते हैं।

आरंभ में मनुष्य दिन और दिन के बड़े-बड़े हिस्सों जैसे पहर से समय की माप करता था। धीरे-धीरे वह बालू-घड़ी, या सूर्य-घड़ी की सहायता से समय की माप घंटों में करने लगा। तब उसने घंटे को 60 मिनट और एक मिनट को 60 सेकेंड में बांटा।

निम्नलिखित प्रयोगों द्वारा बच्चों को सेकेंड, मिनट और घंटे के अंतरालों के बारे में समझाइए :

चर्चा	हमारी उम्र क्या है ?
<p>बच्चों से पूछें कि उनकी उम्र क्या है? वे कुछ वर्षों की संख्या बता कर उत्तर देंगे। उन्हें बताइए कि स्कूल की इमारत लगभग कितनी पुरानी है, अथवा उन सबके परिचित वृक्षों की उम्र बताइए। उन्हें बताइए कि जब किसी व्यक्ति या वस्तु की उम्र की चर्चा की जाती है तो वास्तव में हम समय के उस अंतराल की बात करते हैं जो उसके अस्तित्व में आने</p>	
<p>से लेकर अब तक बीत चुका है। उनसे पूछिए कि जब से यह महीना शुरू हुआ है या आज जब से स्कूल खुला है तब से कितना समय बीत चुका है। फिर बताइए कि वे जब से कोई कार्य शुरू हुआ है तब से बीते या गुजरे समय की चर्चा कर रहे हैं। यह भी समझने में उनकी मदद कीजिए कि वे वर्ष, दिन, घंटा जैसी अंतराल की मान्य इकाइयों के द्वारा समय का वर्णन कर रहे हैं।</p>	

प्रदर्शन	सेकेंड कितना लंबा होता है ?	आवश्यक सामग्री मापने का फीता, पत्थर
<p>बच्चों को बताइए कि आप बिना किसी घड़ी की सहायता के यह प्रदर्शित कर रहे हैं कि एक सेकेंड का समय-अंतराल कितना लंबा होता है। पृथ्वी से 4.9 मीटर ऊँची कोई जगह (जैसे खिड़की के बाहर, पेड़ या छत) चुन लें। इस ऊँचाई से एक पत्थर गिराएँ। जितने समय के अंतराल से पत्थर पृथ्वी पर पहुँचेगा</p>		
<p>उतना समय एक सेकेंड हुआ। यदि उतनी ऊँची कोई उपयुक्त जगह नहीं है तो आधा सेकेंड का ही प्रदर्शन करें। उसी तरीके से 122.5 सेंटीमीटर की ऊँचाई से पत्थर गिराने की व्यवस्था करें, जैसा कि चित्र 4-10 में दिखाया गया है।</p>		

चित्र 4-10

122.5 सेंटीमीटर की ऊँचाई से गिराए जाने पर पत्थर आधे सेकेंड में पृथ्वी पर पहुँचेगा।



बच्चों से अपनी आँखें बंद करने के लिए कहें और अपनी समझ से 10 सेकेंड या एक मिनट बाद अपने हाथ ऊपर उठाने का आदेश दें ! जब निश्चित समय बीत जाए तब संकेत देकर आँख खोलने के लिए कहें। उन्होंने समय के अंतराल का कितना अच्छा अनुमान लगाया है ?

अच्छी तरह समझने के लिए

दुनिया-भर में समय एक ही इकाई से मापा जाता है—यह इकाई है सेकेंड और उसके गुणज। समय सप्ताहों से भी मापा जाता है; हर कोई इसे जानता है। यह भी दुनिया-भर में समान रूप से प्रचलित है। लेकिन महीने की हर जगह एक ही अवधि नहीं होती।

हमारा चांद्र मास  $29\frac{1}{2}$  दिन का होता है, और सौर पंचांग से मगति बिठाने के लिए उसमें संशोधन की जरूरत पड़ती है। कुछ समुदायों (उदाहरण के लिए मुस्लिम समुदाय) ने आज तक ऐसा संशोधन नहीं किया है और धार्मिक कार्यकलापों के लिए वे चांद्र पंचांग का ही उपयोग करते हैं।

2 (ग). समय प्रायः दीवाल-घड़ी या कलाई-घड़ी से मापा जाता है।

समय के छोटे और मध्यम अंतरालों की माप के लिए घड़ियों का उपयोग सब से सामान्य साधन है। साधारण घड़ियाँ घंटों और मिनटों की इकाइयों से समय मापती हैं और कभी-कभी सेकेंड से भी। कभी-कभी बढ़िया कलाई-घड़ी दिन की भी इकाई प्रदर्शित करती है। अधिकतर घड़ियाँ केवल घंटों और मिनटों में ही समय बताती हैं।

कक्षा 2 स्तर के बच्चे कभी-कभी दीवाल-घड़ी या कलाई-घड़ी में समय देखना जानते हैं। यदि कक्षा के कुछ बच्चों को समय देखना नहीं आता तो घड़ी देखना सीखने का यह उचित अवसर है। यहाँ कुछ प्रयोग दिए जा रहे हैं जिनसे बच्चों को घड़ियों से परिचित कराया जा सकता है :

प्रदर्शन	घड़ी के डायल में कितने प्रभाग हैं ?	आवश्यक सामग्री कोई भी घड़ी
छात्रों को एक घड़ी दिखाएँ। उनसे घंटे की सुई, मिनट की सुई और सेकेंड की सुई बताने के लिए कहें।		

उनसे घंटे के किन्हीं दो निशानों के बीच के प्रभागों की गणना करने के लिए कहें। उन्हें कितने प्रभाग मिले? उन से समूचे डायल के प्रभागों की गणना करने के लिए कहें। हर प्रभाग समय का कितना अंतराल सूचित करता है? बच्चों को समझाइए कि सेकेंड की

मुई जब एक बार पूरी घूम जाती है तो मिनट की मुई केवल एक प्रभाग की दूरी तय करती है। इसका क्या अर्थ होता है? जब मिनट की मुई डायल का पूरा चक्कर लगा लेती है तो घंटे की मुई 5 प्रभाग आगे बढ़ जाती है। इसका क्या अर्थ होता है?

बच्चों को दिखाएँ कि घड़ी या कलाई घड़ी में चाबी कैसे भरी जाती है। बताएँ कि चाबी भरी कमानी ही टाइमपीस को चलाती है। बच्चों को कलाई घड़ी का चलना, टिक-टिक करना सुनने दीजिए। लगभग सभी मर्दाना कलाई घड़ियाँ एक सेकेंड में पाँच बार 'टिक-टिक' करती हैं।

## 2 (घ). नाड़ी, पेंडुलम या अन्य सरल विधि से समय मापा जा सकता है।

यद्यपि मध्यम और छोटे समय-अंतरालों को आमतौर पर बड़ी घड़ियों या कलाई-घड़ियों से मापा जाता है तथापि समय का माप करने की और भी कई सरल और काफी अच्छी विधियाँ हैं। 400 वर्ष से कुछ कम समय हुआ होगा कि पहली अपरिष्कृत यांत्रिक घड़ी बनाई गई थी। पुरातन काल में समय बराबर इस तरह की विधियों से मापा जाता था—धूप-

घड़ी, बालू-घड़ी, मोमबत्ती और जल-घड़ी। न जाने कितना समय हुआ होगा कि जब लोगों ने अपनी नब्ज गिन कर समय की माप करने का अपरिष्कृत तरीका खोज निकाला था। प्राचीन काल में समय मापने के लिए इस तरह के जो तरीके अपनाए जाते थे उनकी जानकारी और उनका उपयोग बच्चों के लिए दिलचस्प होगा। बच्चों को इनका अनुभव कराने के लिए यहाँ कुछ प्रयोग बताए जा रहे हैं।

### अन्वेषण

### हम अपनी नब्ज से समय कैसे माप सकते हैं?

बच्चों से कहें कि वे चित्र 4-11 के अनुसार अपनी कलाई पर अपनी उँगलियाँ रखें। नब्ज गिनने के लिए सही जगह पर उँगली रखने में उनकी सहायता करें। एक मिनट तक नब्ज की धड़कनें गिनने के लिए उन्हें उत्साहित करें। अलग-अलग बच्चों द्वारा बताई धड़कनों की संख्या बोर्ड पर लिखें। बच्चों से समय की माप के लिए नब्ज का इस्तेमाल करने में आने वाली कठिनाइयाँ बताने के लिए कहें।

चित्र 4-11

समय की माप के लिए कभी-कभी नब्ज एक उपयोगी साधन सिद्ध होती है। तथापि नब्ज की धड़कनों की रफ्तार सदैव एक सी नहीं रहती।





अन्वेषण	क्या पेंडुलम के दोलन का समय हमेशा समान रहता है ?	आवश्यक सामग्री डोरी, पत्थर, घड़ी
<p>एक डोरी से एक पत्थर बाँधिए। दूसरे सिरे को सहारे के लिए दीवार में गड़ी कील या ऐसी ही किसी चीज़ से बाँधें। इस साधारण पेंडुलम (लोलक) को ऐसे झुलाइए कि कोण छोटा ही बने। छात्रों को उसका दोलन गिनने को कहें। 20 बार झूलने में पेंडुलम को जितना समय लगा उसे सेकेंड की सुई वाली घड़ी की सहायता से दर्ज कर लीजिए। कोण बदल कर पेंडुलम को फिर झुलाइए। यह समझने में बच्चों की सहायता कीजिए कि दोलन की सीमा का उसके समय पर लगभग कोई अंतर नहीं पड़ता।</p>		

ऊपर का प्रयोग दोहराइए। अब विभिन्न लंबाई के धागे लीजिए। पेंडुलम की लंबाई बदल जाने पर क्या उसके एक बार पूरा झूलने के समय में परिवर्तन आ जाता है ?

बच्चों को धूप-घड़ी दिखाइए। उन्हें बताइए कि यदि धूप-घड़ी धूप में सही ढंग से रखी रहे तो दिन के अधिकतर भाग में किस तरह समय मापती है।

प्रदर्शन	जल घड़ी कैसे काम करती है ?
<p>टीन के एक डिब्बे में एक छोटा-सा छेद करें। डिब्बे में पानी भरें जिससे कि चित्र 4-12 के अनुरूप उसमें से पानी टपक सके। गिनिए कि हर मिनट में कितने बूँद पानी बाहर आता है। बच्चों को दिखाएँ कि पानी की बूँदें लगभग बराबर अंतर से कैसे टपकती हैं। डिब्बा जैसे-जैसे खाली होता जाता है तैसे-तैसे बूँदें टपकने की दर पर क्या असर पड़ता है।</p>	
<p>चित्र 4-12 समय के समान अंतराल की माप के लिए एक छोटे छिद्र से टपकती हुई पानी की बूँदें एक उपयोगी साधन सिद्ध होती हैं।</p>	



छात्रों को दिखाएँ कि बालू-घड़ी कैसे काम करती है। बच्चों से पूछें कि समय का सही माप करने की दृष्टि से इसमें क्या-क्या दोष हैं। यदि आपके पास बालू-घड़ी नहीं है तो एक कीप में बालू उँडेल कर दिखाएँ कि बालू किस तरह एक ही दर से गिरती है।

### अच्छी तरह समझने के लिए

अनेक बच्चे दिन, महीना, वर्ष आदि शब्दों से परिचित हैं। दिन की माप एक मध्याह्न से दूसरे मध्याह्न तक होती है। मध्याह्न के ही समय सूर्य पूर्वी और पश्चिमी क्षितिजों के ठीक बीच में होता है, यानी सिर के ऊपर जितना आ सकता है वहाँ तक आ जाता है। दिन समय की एक प्राकृतिक इकाई है। दिन की परिभाषा इस तरह की जा सकती है कि सूर्य को संदर्भ-बिंदु मान कर पृथ्वी अपनी कीली पर घूमने में जितना समय लगती है वही दिन है। इसे सौर दिवस कहते हैं।

सूर्य की परिक्रमा करने में पृथ्वी को जितना समय लगता है उसे वर्ष कहते हैं। एक वर्ष लगभग 365½ दिन के बराबर होता है। भारतीय राष्ट्रीय पंचांग में वर्ष 12 महीनों में विभाजित है। कुछ महीनों में 30 दिन होते हैं और कुछ में 31।

पृथ्वी के संदर्भ में चंद्रमा की गति से भी समय मापा जा सकता है। दो बार लगातार नया चंद्रमा देखने में समय का

जो अंतर होता है वह चांद्र मास कहलाता है। यह 29½ दिन से कुछ अधिक ही होता है। चांद्र पंचांग में बारह चांद्र मासों का वर्ष होता है। चांद्र वर्ष सौर वर्ष से छोटा होता है। इसलिए हर 2 या 3 वर्ष बाद चांद्र वर्ष में एक और महीना जोड़ना पड़ता है जिसे मलमास कहते हैं।

लगभग सभी मानवीय समाजों में सौर पंचांग और चांद्र पंचांग दोनों का व्यवहार होता था। दोनों को “प्राकृतिक पंचांग” कहा जा सकता है। दुर्भाग्यवश इन दो तरह के पंचांगों में सरल संबंध नहीं है। दुनिया-भर के आधुनिक लोग अपने सरकारी काम-काज और व्यापार सौर पंचांग की सहायता से करते हैं। इन कामों के लिए चांद्र पंचांग की केवल एक चीज बची है। वह है आधुनिक महीना जो 29½ दिन के काफी नज़दीक होता है। हमारे देश में तथा कुछ अन्य देशों में चांद्र पंचांग आंशिक रूप से बचा हुआ है जिसका व्यवहार धार्मिक कृत्यों और परंपरागत छुट्टियों के लिए किया जाता है।

### 3. वस्तुओं के भार को अवलंब देने के कई तरीके हैं।

बच्चे स्कूल जाना प्रारंभ करने के बहुत पहले से जानते हैं कि परिचित वस्तुओं का भार होता है। वे भले ही गुरुत्व-बल के लिए जानकारी की शब्दावली का व्यवहार न करें लेकिन वे यह ज़रूर कहते हैं कि वस्तुएँ “भारी” हैं या “हलकी” हैं। कक्षा 1 में वे सीख चुके हैं कि भार एक बल है।

छोटे बच्चे यह भी जानते हैं कि किसी वस्तु के भार को निष्प्रभावित करने या उसका प्रतिकार करने के लिए क्या करना चाहिए। भार उन्हें किसी तरह उठाना या पकड़े रहना पड़ता है। वे वस्तु को अवलंब देने के लिए उसे मेज़ पर टिका सकते हैं या खूँटी से लटका देते हैं। भले ही वे महसूस न करें, लेकिन वे अवलंब देने वाले ऊर्ध्वमुख बल से गुरुत्व-बल का

जिस की दिशा अधोमुख होती है, प्रतिकार करते हैं।

यह मुख्य संकल्पना प्रस्तुत करते समय शिक्षक को बच्चों की दैनिक जीवन में प्राप्त ऐसी सामान्य जानकारी का लाभ उठाना चाहिए जो उन्होंने निजी अनुभव से प्राप्त की हो। इस आधार पर चलते हुए यह समझने में बच्चों की सहायता की जा सकती है कि वस्तुओं के भार को ऊर्ध्वमुख बल से अवलंब दिया जा सकता है।

**3 (क). वस्तुओं के भार को यदि अवलंब न मिले तो वे नीचे गिर जाएँगी।**

हर बच्चे ने पेड़ों पर फल लटकते देखे हैं। फलों को पेड़ों से गिरता देखना भी सामान्य अनुभव है। एक आम या सेब

छात्रों को दिखाएँ कि बालू-घड़ी कैसे काम करती है। बच्चों से पूछें कि समय का सही माप करने की दृष्टि से इसमें क्या-क्या दोष हैं। यदि आपके पास बालू-घड़ी नहीं है तो एक कीप में बालू उँडेल कर दिखाएँ कि बालू किस तरह एक ही दर से गिरती है।

### अच्छी तरह समझने के लिए

अनेक बच्चे दिन, महीना, वर्ष आदि शब्दों से परिचित हैं। दिन की माप एक मध्याह्न से दूसरे मध्याह्न तक होती है। मध्याह्न के ही समय सूर्य पूर्वी और पश्चिमी क्षितिजों के ठीक बीच में होता है, यानी सिर के ऊपर जितना आ सकता है वहाँ तक आ जाता है। दिन समय की एक प्राकृतिक इकाई है। दिन की परिभाषा इस तरह की जा सकती है कि सूर्य को संदर्भ-बिंदु मान कर पृथ्वी अपनी कीली पर घूमने में जितना समय लगाती है वही दिन है। इसे सौर दिवस कहते हैं।

सूर्य की परिक्रमा करने में पृथ्वी को जितना समय लगता है उसे वर्ष कहते हैं। एक वर्ष लगभग 365½ दिन के बराबर होता है। भारतीय राष्ट्रीय पंचांग में वर्ष 12 महीनों में विभाजित है। कुछ महीनों में 30 दिन होते हैं और कुछ में 31।

पृथ्वी के संदर्भ में चंद्रमा की गति से भी समय मापा जा सकता है। दो बार लगातार नया चंद्रमा दिखने में समय का

जो अंतर होता है वह चांद्र मास कहलाता है। यह 29½ दिन से कुछ अधिक ही होता है। चांद्र पंचांग में बारह चांद्र मासों का वर्ष होता है। चांद्र वर्ष सौर वर्ष से छोटा होता है। इसलिए हर 2 या 3 वर्ष बाद चांद्र वर्ष में एक और महीना जोड़ना पड़ता है जिसे मलमास कहते हैं।

लगभग सभी मानवीय समाजों में सौर पंचांग और चांद्र पंचांग दोनों का व्यवहार होता था। दोनों को “प्राकृतिक पंचांग” कहा जा सकता है। दुर्भाग्यवश इन दो तरह के पंचांगों में सरल संबंध नहीं है। दुनिया-भर के आधुनिक लोग अपने सरकारी काम-काज और व्यापार सौर पंचांग की सहायता से करते हैं। इन कामों के लिए चांद्र पंचांग की केवल एक चीज़ बची है। वह है आधुनिक महीना जो 29½ दिन के काफ़ी नजदीक होता है। हमारे देश में तथा कुछ अन्य देशों में चांद्र पंचांग आंशिक रूप से बचा हुआ है जिसका व्यवहार धार्मिक कृत्यों और परंपरागत छुट्टियों के लिए किया जाता है।

### 3. वस्तुओं के भार को अवलंब देने के कई तरीके हैं।

बच्चे स्कूल जाना प्रारंभ करने के बहुत पहले से जानते हैं कि परिचित वस्तुओं का भार होता है। वे भले ही गुरुत्व-बल के लिए जानकारों की शब्दावली का व्यवहार न करें लेकिन वे यह जरूर कहते हैं कि वस्तुएँ “भारी” हैं या “हलकी” हैं। कक्षा 1 में वे सीख चुके हैं कि भार एक बल है।

छोटे बच्चे यह भी जानते हैं कि किसी वस्तु के भार को निष्प्रभावित करने या उसका प्रतिकार करने के लिए क्या करना चाहिए। भार उन्हें किसी तरह उठाना या पकड़े रहना पड़ता है। वे वस्तु को अवलंब देने के लिए उसे मेज़ पर टिका सकते हैं या खूँटी से लटका देते हैं। भले ही वे महसूस न करें, लेकिन वे अवलंब देने वाले ऊर्ध्वमुख बल से गुरुत्व-बल का

जिस की दिशा अधोमुख होती है, प्रतिकार करते हैं।


यह मुख्य संकल्पना प्रस्तुत करते समय शिक्षक को बच्चों की दैनिक जीवन में प्राप्त ऐसी सामान्य जानकारी का लाभ उठाना चाहिए जो उन्होंने निजी अनुभव से प्राप्त की हो। इस आधार पर चलते हुए यह समझने में बच्चों की सहायता की जा सकती है कि वस्तुओं के भार को ऊर्ध्वमुख बल से अवलंब दिया जा सकता है।

3 (क). वस्तुओं के भार को यदि अवलंब न मिले तो वे नीचे गिर जाएंगी।

हर बच्चे ने पेड़ों पर फल लटकते देखे हैं। फलों को पेड़ों से गिरता देखना भी सामान्य अनुभव है। एक आम या सेब

किसलिए गिर जाता है और दूसरा क्यों लटका रहता है ?  
दैनिक इस्तेमाल की भाषा में एक फल इसलिए लटकता है कि  
शाखा उसे पकड़े रहती है। दूसरा फल इसलिए गिर जाता है  
कि शाखा उसे पकड़े रहने में असमर्थ है। बच्चों ने प्रायः  
आकाश से पानी की बूंदें टपकती देखी हैं। जब ऊँचाई पर

हवा में वर्षा की बूंदें बनती हैं तो उनके भार को अवलंब देने  
के लिए कुछ नहीं होता। इसलिए वे गिर पड़ती हैं। हर वस्तु  
गिर पड़ती है यदि उसके भार को अवलंब देने के लिए कुछ  
न हो। बच्चे इसे तभी अच्छी तरह समझ सकेंगे जब वे निराव-  
लंब वस्तुओं को गिरता देखें।

अन्वेषण	कुछ पत्थर क्यों गिरते हैं ?	आवश्यक सामग्री एक तरह के दो पत्थर
<p>लगभग एक ही आकार के दो पत्थर दोनों हाथों में लें। एक हाथ मेज की सतह छू रहा हो और दूसरा मेज के किनारे से हट कर बाहर की ओर हो। उन्हें साथ-साथ छोड़ें। मेज का अवलंब पाने वाला पत्थर मेज पर ही रहेगा। दूसरा जमीन पर गिर पड़ेगा। देखिए चित्र 4-13।</p> <p>चित्र 4-13</p> <p>बाईं ओर वाले पत्थर को न तो हाथ का सहारा है और न मेज का, अतः वह नीचे गिरता है। दाईं ओर वाला पत्थर भी हाथ से छोड़ दिया गया है किंतु उसे मेज का सहारा मिल गया अतः नीचे नहीं गिरा।</p>		

बच्चों को प्रेक्षण करने दीजिए कि मकान की छत को किस तरह अवलंब दिया जाता है। उन्हें संगमरमर की लुढ़कती गोली को मेज के किनारे से नीचे गिरते हुए देखने का अवसर दें।

3 (ख). वस्तुओं को ऊपर धकेल कर उन्हें अवलंब दिया जा सकता है।

अब बच्चे देख चुके हैं कि मेज एक पत्थर को कैसे अवलंब देती है। चित्र 4-13 में, वह पत्थर जिसे मेज का सहारा प्राप्त नहीं है जमीन पर गिरता दिखाया गया है। उसके बाद वह जमीन पर ही पड़ा रहा। क्यों ? इसलिए कि अब जमीन उसके भार को अवलंब दे रही है। पेशियों के बल से भी वस्तुओं को अवलंब दिया जा सकता है। एक ऊँट या एक हाथी भले

ही खड़ा रहे वह अपनी पेशियों से अपने भारी बोझ को अवलंब देता है। पशु अपने बोझ को ऊपर धकेलता है। जब कोई मजदूर भारी बोरा गाड़ी पर लाद रहा होता है तो वह बोरो को एक-एक कर के ऊपर की ओर धकेलता है। जब तक वह बोरे को गाड़ी पर लाद नहीं देता वह बोरे के भार को अवलंब देता रहता है। निम्नलिखित प्रयोगों से बच्चों को यह सिद्धांत समझने में सहायता मिलेगी।

अन्वेषण	पेशियाँ कब धकेलती हैं ?	आवश्यक सामग्री मध्यम आकार का पत्थर
<p>एक भारी पत्थर प्राप्त करें। लेकिन वह इतना भारी न हो कि कोई बच्चा उसे उठा ही न सके। एक बच्चे से कहें कि वह उसे कम-से-कम अपने सिर की ऊँचाई तक उठाए। उससे पूछें कि कौन-सी पेशियाँ पत्थर को अवलंब दे रही हैं। क्या वह पत्थर को सचमुच</p> <p>ऊपर की ओर धकेल रहा है? यदि वह पत्थर को ऊपर धकेलना बंद कर दे तो क्या होगा? कक्षा के बच्चों को यह गौर करने में मदद दीजिए कि बच्चा भार को ऊपर की ओर धकेल कर पत्थर को अवलंब दे रहा है—उसे गिरने से रोक रहा है।</p>		

एक बच्चे को छोटी मेज के नीचे रेंग कर घुसने दीजिए और ऊपर की ओर धकेल कर मेज को अवलंब देने दीजिए। बच्चे को और उसके सहपाठियों को महसूस करने दीजिए कि वह मेज को ऊपर की ओर धकेल कर गिरने से बचाए हुए है।

### 3 (ग). वस्तुओं को ऊपर की ओर कर्षित करके अवलंब दिया जा सकता है।

बच्चे अब देख चुके हैं कि जब तक वस्तुओं को किसी तरह का अवलंब न दिया जाए वे गिर जाएँगी। वे यह भी देख चुके हैं कि किसी वस्तु के भार को सहारा देने का एक तरीका यह है कि वस्तु को पेशियों के जोर से ऊपर की ओर धकेला

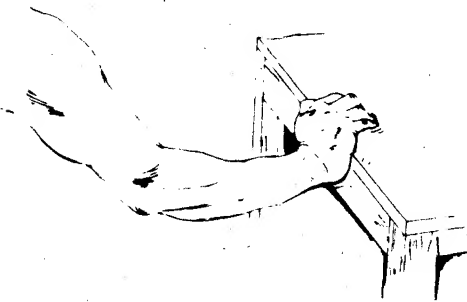
जाए। दूसरा सामान्य तरीका यह है कि उन्हें पेशियों से ऊपर की ओर कर्षित किया जाए। बच्चे यह काम प्रायः इतना अधिक करते रहते हैं कि उनसे इस स्थिति का विश्लेषण करवाना कठिन है। यहाँ कुछ प्रयोग बताए जा रहे हैं जो यह विश्लेषण कर सकने में बच्चों की सहायता करेंगे कि पेशियों के कर्षण से वस्तुओं को किस तरह अवलंब दिया जाता है।

अन्वेषण	कर्षण किसी वस्तु के भार को कैसे अवलंब देता है ?	आवश्यक सामग्री पत्थर, डोरी
<p>एक पत्थर के चारों ओर मजबूत डोरी बांधें। चुन कर एक बच्चा बुलाएँ और डोरी को इतना ऊपर उठाने के लिए कहें कि पत्थर फर्श के ऊपर लटकने लगे। इस पर कक्षा में 'कर्षण' के रूप में चर्चा करवाएँ। क्या डोरी पत्थर को कर्षित कर रही है? क्या विद्यार्थी डोरी को कर्षित कर रहा है? क्या विद्यार्थी अपनी</p> <p>पेशियों से कर्षण बल लगा रहा है? यदि डोरी काट दी जाए तो क्या होगा? तब वह कर्षण-बल नहीं लगा सकेगी। यदि बच्चा खींचना छोड़ दे तो क्या होगा? सब विद्यार्थियों को यह गौर करने में सहायता दें कि पत्थर के भार को ऊर्ध्वमुख कर्षण द्वारा अवलंब दिया जा रहा है।</p>		

किसी बच्चे से कहें कि वह हाथों के बल लटक कर खुद को अवलंब दे। उस कर्षण का स्रोत क्या है जो उसके भार को अवलंब दिए हुए है? क्या वह अपनी पेशियों में कर्षण अनुभव करता है?

### अच्छी तरह समझने के लिए

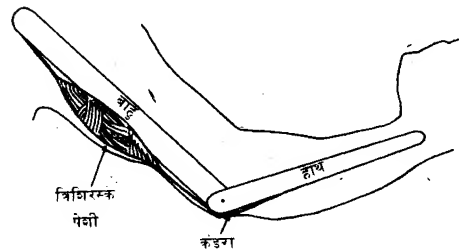
वयस्क इसे तत्काल समझ जाते हैं कि धक्का और कर्षण मूलतः एक ही चीज है। अंतर केवल इतना है कि धक्के में किसी वस्तु को संबद्ध व्यक्ति से परे धकेला जाता है, जब कि कर्षण (खिंचाव) उसकी तरफ होता है। शरीर की स्थिति का सवाल न हो तो दोनों स्थितियों में—व्यक्ति चाहे धकेले



चित्र 4-14 क, ख  
यद्यपि पेशियाँ केवल कर्षण कर सकती हैं। उनसे धकेला भी जा सकता है जैसे कि हाथ से मेज को धकेला जाए।

अंततोगत्वा, किसी वस्तु को अवलंब देने के लिए कर्षित करना या धकेलना वैसा ही है जैसे उसे फर्श और मेज का अवलंब देना। एक अवस्था में पेशियों का तनाव अवलंब देता है और दूसरी अवस्था में लकड़ी या पत्थर की दृढ़ता अवलंब देती है। जब किसी वस्तु को कर्षण से या धक्के से सहारा दिया जाता है तो व्यक्ति की पेशियाँ जो यह काम करती हैं, थक जाती हैं और उन में दर्द होने लगता है। किसी वस्तु को अवलंब देने से मेज या कुर्सी न तो थकती है न उसमें दर्द होता है। उचित परिस्थितियों में व्यक्ति भी नहीं थकता। उदाहरण के लिए एक लड़का पालथी मारे बैठा हो और अपने घुटने से पुस्तक को अवलंब दिए हो तो उसे पेशी के बल का उपयोग नहीं करना पड़ता। वह पालथी मारे देर तक बैठा रहने से थक सकता है, लेकिन उसकी पेशियाँ पुस्तक को अवलंब देने के कारण नहीं थकती। पुस्तक उसकी हड्डियों

चाहे कर्षण करे पेशियाँ लगभग वही काम करती हैं। वास्तव में, शाब्दिक अर्थ की दृष्टि से पेशियाँ धकेल नहीं सकतीं। जब वे सिकुड़ती हैं तब वे कर्षण पैदा करती हैं। शरीर का यांत्रिक गठन (हड्डियों और उनके जोड़ों से बने लीवर) इस कर्षण को शरीर से परे धकेलने में बदल देता है। देखिए चित्र 4-14।



दूसरे चित्र में यह बताया गया है कि किस प्रकार त्रिशिरस्क पेशी का कर्षण अगले हाथ से धकेलने में बदला जा सकता है (सीधे ढंग से समझने के लिए हड्डियों को सीधी छड़ों की तरह दिखाया गया है)।

की मजबूती के सहारे टिकी है उसी तरह जैसे पुस्तक मेज की लकड़ी की मजबूती से अवलंब पाती है।

### 3 (घ). तैरती हुई वस्तुओं को पानी से अवलंब मिलता है।

फर्श या मेज पर रखी अथवा खूँटी पर टँगी वस्तु को फर्श या मेज का अथवा खूँटी का अवलंब मिलता है। जब कोई व्यक्ति अवलंब देता है तो वह आमतौर से अपनी पेशियों से उत्पन्न कर्षण से या धक्के से ऐसा करता है। पानी पर तैरती वस्तु की क्या स्थिति होती है? उसे कौन अवलंब देता है? जब वह तैरती होती है तो क्या उसमें भार होता है? बहुत-से लोग कहते हैं कि तैरती वस्तु में भार नहीं होता। यह सच नहीं है। तैरती वस्तु को पानी का अवलंब मिलता है, ठीक उसी तरह जैसे दूसरी वस्तु फर्श से, मेज से, या पेशियों से अवलंब पाती है। यहाँ कुछ ज्ञानवर्द्धक प्रयोग दिए जा रहे हैं जिनसे बच्चे यह सिद्धांत समझ सकते हैं :

अन्वेषण	तैरती वस्तु को किससे अवलंब मिलता है ?	आवश्यक सामग्री बाल्टी, पानी, पत्थर, लकड़ी का टुकड़ा
<p>एक बाल्टी को पानी से भरे। लगभग समान आकार का एक टुकड़ा लकड़ी का और एक पत्थर का प्राप्त करें। लकड़ी के टुकड़े की पानी की सतह पर रखें। बच्चे देखेंगे कि वह तैरने लगा है। जब वह तैरता है तब पानी उसे अवलंब देता है। अब पत्थर को पानी की सतह पर रख दें। वह डूब जाता है क्योंकि पानी पत्थर का भार सँभालने लायक अवलंब नहीं देता। यह उसी तरह है जैसे कि हाथ से वह वस्तु गिर जाती है जो इतनी भारी हो कि सँभाली ही न जा सके।</p>		

एक ही आयतन के, परंतु भिन्न-भिन्न वजन के लकड़ी के दो चौरस टुकड़े पानी में तैराएँ। एक टुकड़ा दूसरे के मुकाबले अधिक गहराई तक डूबेगा।

लकड़ी के एक टुकड़े को पानी के भीतर धकेल कर हाथ हटा लें। वह ऊपर आ जाता है। क्यों ?

3 (इ). वस्तु को भार को ऊर्ध्वमुख बल अवलंब दे सकता है यह उपसंकल्पना वास्तव में ऊपर की चारों उप-संकल्पनाओं के समाहार के रूप में है। वयस्क जानते हैं कि किसी वस्तु को अवलंब देने के सभी तरीकों को यह कह कर बताया जा सकता है कि किसी वस्तु को उपयुक्त ऊर्ध्वमुख बल से अवलंब दिया जा सकता है। इन पृष्ठों में विचारों का क्रम ऐसा रखा गया है कि बच्चे अपनी वर्तमान जानकारी के और निजी

प्रत्यक्ष अनुभव के आधार पर इस निष्कर्ष पर पहुँच सकें। बच्चों को यह समझाना शिक्षक का कार्य है कि "किसी वस्तु को अवलंब देने" का अर्थ होता है "वस्तु के भार का प्रतिलोम करने के लिए ऊर्ध्वमुख बल लगाना"। इस काम में शिक्षक की सहायता करने के लिए निम्नलिखित प्रयोग सुझाए जा रहे हैं :

चर्चा	'अवलंब' और 'बल' में क्या संबंध है ?
<p>पिछली बार उपसंकल्पनाओं के मिलसिले में जितने प्रयोग हुए हैं, उन्हें याद करने के लिए बच्चों से कहें। उनमें ऐसा क्या है जो सभी में है ? उन सभी में वस्तु के भार को अवलंब देने के साधन बताए गए हैं। ये साधन थे, मेज, पेशियाँ अथवा पानी जिसमें कुछ वस्तुएँ तैरती हैं। बच्चों की सहायता करें कि वे इस चर्चा का उपयोग यह खोजने के लिए करें कि वह क्या है जो अवलंब देता है ? क्या इन सब में अवलंब के लिए किसी और शब्द का प्रयोग हुआ है ? क्या</p>	<p>कोई एक शब्द ऐसा है जो अवलंब, कर्षण या धकेलने के लिए इस्तेमाल किया जा सके ? यह शब्द है बल। बच्चों के लिए यह नया शब्द नहीं है। कक्षा 1 में वे जान चुके हैं कि पेशियाँ, खपन्चियाँ और तनी हुई कमानियाँ बल लगाती हैं। बच्चों की सहायता करें जिससे कि वे सभी पूर्व कथित प्रयोगों का वर्णन "अवलंब देते हैं" के स्थान पर "बल लगाते हैं" शब्दों का प्रयोग करके करें।</p>

अन्वेषण	क्या पानी तैरती वस्तु पर बल लगाता है ?	आवश्यक सामग्री बाल्टी, पानी, फुटबाल
<p>जैसा कि चित्र 4-15 में दिखाया गया है, किसी विद्यार्थी से फुटबाल या एक बड़े गुब्बारे को पानी में डुबाने के लिए कहें। वह सहमत होगा कि उसे धकेलना—बल लगाना—पड़ रहा है। कक्षा के बच्चों को यह समझाएँ कि नीचे की ओर धकेलने की आवश्यकता वास्तव में पानी के ऊर्ध्वमुख बल को निष्प्रभावित करने के लिए है। यह ऊर्ध्वमुख बल ही तैरने वाली वस्तुओं को अवलंब देता है।</p> <div data-bbox="818 526 1252 808" data-label="Image"> </div> <p>चित्र 4-15 पानी में नीचे की ओर धकेले जाते पर पानी फुटबाल पर ऊर्ध्वमुख बल लगाता है।</p>		

रबड़ के एक तने हुए फीते से एक पत्थर लटकाएँ। बच्चों को याद दिलाएँ कि रबड़ का तना हुआ फीता बल लगाता है (कक्षा 1 में बताया जा चुका है)। यह समझने में उनकी सहायता कीजिए कि रबड़ के फीते का 'कर्षण' वास्तव में उस तने हुए फीते द्वारा लगाया जाने वाला बल है।

#### अच्छी तरह समझने के लिए

वयस्कों की दृष्टि से समूची प्रमुख संकल्पना का सार अत्यंत संक्षेप में इन शब्दों में बताया जा सकता है :

**भार बल है, इसकी क्रिया अधोमुख होती है।**

**भार को अवलंब देने के लिए बराबर का ऊर्ध्वमुख बल लगाइए।**

कक्षा 2 के बच्चे इस संक्षिप्त लेकिन उपयोगी सामान्य सिद्धांत के सभी आवश्यक अंगों से अवगत हो गए हैं। वे कक्षा 1 से ही जानते हैं कि भार एक बल है। अब वे जान गए हैं कि किसी वस्तु को अवलंब देने के विभिन्न तरीके वास्तव में अधोमुख बल (भार) का प्रतिकार करने के लिए ऊर्ध्वमुख बल लगाने की विधियाँ हैं।

यदि किसी वस्तु पर उसके भार के ही ठीक बराबर ऊर्ध्वमुख बल लग रहा है तो वह वस्तु न ऊपर उठेगी और न नीचे गिरेगी। दोनों बल बराबर हैं और एक-दूसरे के विपरीत हैं।

यदि कोई चाहता है कि वह वस्तु को केवल अवलंब न दे बल्कि ऊपर उठा ले तो उसे वस्तु के भार से कुछ अधिक ऊर्ध्वमुख बल लगाना पड़ेगा।

यदि किसी वस्तु को जिसमें भार है, उपयुक्त बल का अवलंब न मिले तो वह गिर पड़ेगी। कोई वस्तु मेज का अवलंब मिल जाने पर नहीं गिरती, क्योंकि मेज वस्तु के भार के बराबर ऊर्ध्वमुख बल लगाती है। जब कोई वस्तु तैरती है तो पानी वस्तु पर वस्तु के भार के बराबर ऊर्ध्वमुख बल लगाता है। यही बात गैस के गुब्बारे के बारे में भी सच है। गुब्बारे में भार होता है, यद्यपि वह अधिक नहीं होता। उसका भार उतने ही आयतन की हवा के भार से कम होता है। हवा गुब्बारे को उसी तरह ऊपर धकेलती है जैसे कि पानी किसी तैरती वस्तु को ऊपर धकेलता है। आमतौर से हवा का ऊर्ध्वमुख बल, गैस-भरे गुब्बारे के भार से अधिक होता है। परिणाम यह होता है कि यदि इसको धामे से बांध कर खींचे न रहे तो यह ऊपर उठ जाता है।



# ऊर्जा और कार्य

## तीसरी कक्षा

### सामान्य दृष्टि

इस इकाई में विद्यार्थियों को विज्ञान की कुछ अत्यंत मौलिक संकल्पनाओं की जानकारी कराई जाएगी। उन्हें बल और गति का, समय और दूरी का, ऊर्जा और उसके नियंत्रण का सार्थक और उपयोगी अनुभव भी होगा। भौतिक और जैविक दृष्टि से इस ब्रह्मांड की हमारी बहुत कुछ जानकारी का श्रेय इन मूल संकल्पनाओं को ही है। प्राथमिक स्कूलों में विज्ञान के इस शिक्षणक्रम की कई अन्य इकाइयों के प्रतिपादित विषयों को समझने में भी ये संकल्पनाएँ सहायता करती हैं। इसलिए छोटे बच्चों के विज्ञान के पाठ्यक्रम में यह इकाई अत्यंत महत्वपूर्ण इकाइयों में से एक है।

कक्षा 1 और 2 में बच्चे भिन्न रूपों में और भिन्न नामों से बल के बारे में जानकारी प्राप्त कर चुके हैं। उन्हें ज्ञात हो चुका है कि भार वास्तव में एक बल है। किसी वस्तु के भार को ऊर्ध्वमुख बल का अवलंब दिया जा सकता है। यह अवलंब कई ढंगों से दिया जा सकता है। बच्चों को माप के अन्य दो पैमानों के बारे में भी जानकारी हो चुकी है अर्थात् समय और दूरी के माप के पैमानों की। उन्हें मालूम हो चुका है कि इन दोनों के मापन में वास्तव में दूरी या समय की तुलना दूरी या समय के किसी मानक अंतर से की जाती है।

कक्षा 3 में बच्चे बल-माप के विषय में भी इसी तर्क का अनुसरण करेंगे। वे बल के मीटरी मानक के बारे में सीखेंगे—यही इस देश का कानूनी मानक है। वे बल के बारे में अपने बढ़ते हुए ज्ञान का उपयोग घर्षण से संबंधित स्थितियों में भी कर सकते हैं। वे ऐसी विधियों से परिचित हों जिनसे

अवांछनीय घर्षण में कमी और वांछनीय घर्षण में वृद्धि की जा सकती है।

कक्षा 3 में बच्चों का साक्षात्कार दूरी से बल लगाए जाने की सर्वाधिक महत्वपूर्ण संकल्पना से होगा। इस तरह कार्य की संकल्पना से उनका अनीपचारिक परिचय हो जाता है। इसे बच्चे ऊर्जा के रूप में पहचान लेंगे और इस तरह समूचे विज्ञान की सबसे मूलभूत संकल्पना समझ सकने की दिशा में बढ़ने की उत्तम स्थिति में आ जाएँगे। इस कक्षा में सरल मशीनों से भी परिचय कराया जाएगा क्योंकि इन युक्तियों या साधनों की सहायता शारीरिक श्रम हलका करने के लिए प्रायः ली जाती है।

अंत में, इस कक्षा में बच्चे दो अन्य प्रकार के सरल मापन की जानकारी प्राप्त करेंगे। इनमें से एक है क्षेत्रफल का मापन, जो दूरी के मापन की संकल्पना का विस्तार है। दूसरा है, ताप का मापन, जिससे बच्चे पहले से किसी न किसी रूप में परिचित हैं।

यहाँ पर शिक्षकों को नए विषयों का प्रतिपादन उतना नहीं करना है जितना कि औसत बच्चे के दैनिक निजी अनुभवों से प्राप्त ज्ञान को आधार के रूप में व्यवस्थित करके उसे इस योग्य बनाना है कि वह अपने अनुभवों को सरल भौतिक रूप में समझ सके और संकल्पनाओं और मापों की एक ठोस बुनियाद बना सके। यह बुनियाद विज्ञान के कई क्षेत्रों को समझने में सहायक होती है।

### 1. बलों की परस्पर तुलना की जा सकती है

पिछली कक्षाओं में बच्चों को इस कल्पना से परिचित कराया जा चुका है कि बल के कई स्रोत हैं, और उनमें से एक वस्तु का भार भी है। वे तौलने की विधि से भी परिचित हो चुके हैं और जानते हैं कि तौलना भी ज्ञात भार से किसी वस्तु के अज्ञात भार की तुलना करना ही है। तौलने का अनुभव प्राप्त करते समय वे मानक भार के विचार से परिचित हो चुके हैं। वे भार की स्थानीय परिचित इकाइयों के संपर्क में आ चुके हैं और किलोग्राम से भी अनजान नहीं रहे हैं।

फिर भी माप का पूरा ज्ञान केवल निरंतर और विस्तृत अनुभव से ही हो सकता है। इसलिए यहाँ कक्षा 3 में विषय का प्रतिपादन अधिक प्रौढ़ स्तर से करना उपयोगी होगा। यहाँ पर यह विषय भार के संदर्भ में उतना नहीं है जितना कि अधिक सामान्य और उपयोगी संकल्पना बल के संदर्भ में है। इसके अतिरिक्त, इस मुख्य संकल्पना में कमानीदार तुला से बल

मापने की धारणा से परिचय कराया गया है।

#### 1 (क). बलों की परस्पर तुलना की जा सकती है

बच्चे कई प्रकार के भारों की तुलना करना सीख चुके हैं। ऐसा उन्होंने व्यक्तिगत निर्णय के आधार पर किया है—हाथ में ली या उठाई हुई वस्तुओं के भार में तुलनात्मक अंतर से किया है। उन्होंने देखा है कि व्यापारी पलड़ेवाले तराजू से भारों की तुलना करता है और उन्होंने भी उसी तरह वस्तुओं के भार की तुलना की है। फिर भी इसका पुनरावलोकन होना चाहिए और भार की विशिष्ट संकल्पना द्वारा बल की अधिक सामान्य संकल्पना तक पहुँचने में भी सहायता की जानी चाहिए। यहाँ पर बच्चों का अनुभव बढ़ाने के लिए कुछ प्रयोग दिए जा रहे हैं जो उन्हें बलों की तुलना करने की विधि से अधिक परिचित कराएँगे।

अन्वेषण	क्या हम केवल अपने हाथों से बलों की तुलना कर सकते हैं ?	आवश्यक सामग्री रबड़ के फीते
<div data-bbox="304 1155 799 1491" data-label="Text"> <p>चित्र 4-16 की तरह रबड़ के दो जोड़ी फीतों की व्यवस्था करें। एक विद्यार्थी से कहें कि वह एक हाथ से रबड़ का एक फीता खींचे और दूसरे हाथ से रबड़ के फीतों के समूह को खींचे। क्या बल के स्रोतों की ओर देखे बिना वह बता सकता है कि किस हाथ को अधिक बल का सामना करना पड़ रहा है? बलों की इस तुलना में और जब किसी व्यक्ति के दोनों हाथों में दो अलग-अलग वस्तुएँ हों तो भारों की तुलना में क्या अंतर है? (मूलतः कोई अंतर नहीं है।)</p> </div> <div data-bbox="836 1160 1347 1480" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="850 1523 1256 1583" data-label="Caption"> <p>चित्र 4-16 हम अपने हाथों से ही बलों की तुलना कर सकते हैं।</p> </div>		


चर्चा	बल के कुछ सामान्य स्रोत कौन-कौन से हैं ?
विद्यार्थियों से बल के छोटे और बड़े परिचित स्रोतों की चर्चा करें। वे जो स्रोत बताएँगे उनमें से कई एक तो भार होंगे। उनसे बल के कुछ ऐसे स्रोत कहलवाइए जो भार नहीं हैं, जैसे बैलों और घोड़ों का गाड़ी खींचना,	हवा का बल, खिंची या तनी कमानी का बल या पेट्रोल से चलने वाले इंजनों अथवा विद्युत्-चालित मोटरों का बल।

बच्चों को अपनी पेशियों से दूसरे बच्चों की पेशियों के बल का अनुभव करने दीजिए।

बच्चों को रस्साकशी का आयोजन करने दीजिए। यह महसूस करने में उनकी सहायता कीजिए कि वे वास्तव में दो विपक्षी दलों के बल की तुलना कर रहे हैं। विजयी पक्ष इस लिए जीतता है कि वह पराजित दल की अपेक्षा अधिक बल लगाता है।

1 (ख). एक किलोग्राम भार, बल का स्वीकृत मानक भार है पिछली कक्षाओं में बच्चे भार की मानक इकाई के रूप में किलोग्राम की जानकारी प्राप्त कर चुके हैं। इस कक्षा में उसी सामान्य धारणा को और किलोग्राम की उसी मानक इकाई को बल की मानक इकाई का आधार बनाया गया है।

यहाँ पर शिक्षक का काम यह है कि वह बच्चों की जानकारी का पुनरावलोकन कराए और भार से संबद्ध संकल्पना को विस्तृत कर के उसमें बल की सामान्य धारणाओं को भी स्थान दिलवाए। इन कुछ प्रयोगों के माध्यम से नई जानकारी ग्रहण करने में विद्यार्थियों को सहायता मिलेगी।

अन्वेषण	अपनी पेशियों से उत्पन्न बल हम कैसे माप सकते हैं ?	आवश्यक सामग्री पलड़ेवाला सरल तराजू, एक किलोग्राम बाट, एक लिटर या अधिक आयतन वाला पात्र
जैसा कि चित्र 4-17 में दिखाया गया है, पलड़ेवाला एक तराजू तैयार करें। पात्र में इतना पानी डालें कि पात्र समेत उसका भार एक किलोग्राम हो। इसकी जगह बालू का थैला या ऐसी ही कोई सुविधाजनक वस्तु ली जा सकती है जिसे एक किलोग्राम भार के बराबर किया जा सके। बच्चों के साथ पुनरावलोकन करें कि पानी (या बालू) का भार और किलोग्राम का बाट दोनों बराबर हैं। बच्चे वास्तव में दोनों पलड़ों में रखी वस्तुओं के भार की तुलना कर रहे हैं। उन्हें याद दिलाएँ कि भार वास्तव में बल है, इसलिए इस समय		चित्र 4-17 हम पलड़े वाले सादे तराजू से बलों की सही तुलना कर सकते हैं।

वे दो बलों की तुलना कर रहे हैं। अब चुनौती देते हुए पूछें कि भार के बल को पेशियों के बल के मुकाबले में कैसे संतुलित किया जा सकता है। उन्हें इस कल्पना को विकसित करने में सहायता दें कि जब वे कोई वस्तु उठाने लगते हैं तो उनकी पेशियाँ भार के बल से

अधिक बल लगाती हैं। इस तरह यदि कोई बच्चा 1 किलोग्राम भार या 12 किलोग्राम भार उठाता है तो वह 1 किलोग्राम या 12 किलोग्राम के बराबर बल लगाता है।

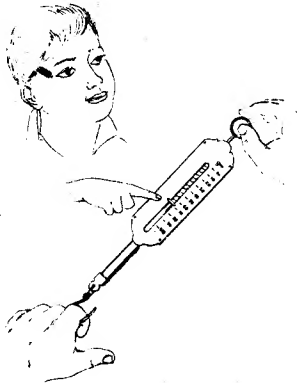
खेल-कूद में भार उठाने की प्रतियोगिता की चर्चा करें। बताएँ कि जब प्रतियोगिता में उतरे खिलाड़ी अधिक-से-अधिक भार उठाने की कोशिश करते हैं तब वे वास्तव में अपनी पेशियों से अधिक-से-अधिक बल उत्पन्न करने की क्षमता का प्रदर्शन करते हैं।

बताएँ कि जब कोई व्यक्ति सीढ़ी या रस्सी पर चढ़ता है तो उसकी पेशियाँ इतना बल लगाती हैं कि उस व्यक्ति के भार का प्रतिकार हो जाए।

#### 1 (ग). कमानीदार तुला से बल को मापा जा सकता है

भार की तौल के लिए पलड़ेवाली तुला एक सरल और उपयोगी युक्ति है लेकिन इसके अतिरिक्त अन्य प्रकार की भी तुलाएँ होती हैं। बल, जिसमें भार भी शामिल है, कुंडलीदार

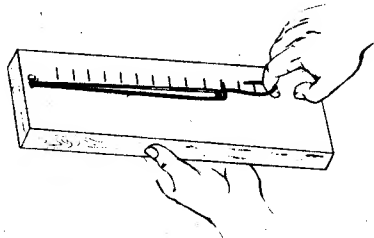
कमानी को खींच सकता है। जितना अधिक बल होता है कमानी उतना ही खिचती है। यदि कमानी में कोई उपयुक्त पैमाना या मान लगा दिया जाए तो वह बल मापने की उपयोगी युक्ति बन जाएगी। इसे प्रायः 'कमानीदार तुला' कहते हैं, यद्यपि 'कमानीदार पैमाना' शब्द अधिक उपयुक्त है। कमानीदार तुलाएँ पलड़ेवाली तुला की तुलना में कम स्थान घेरती हैं और उनके इस्तेमाल में भी सुविधा रहती है। लेकिन पलड़ेवाली तुला में भार की परिशुद्धता कायम रखना सरल है। फिर भी आमतौर पर कई परिचित परिस्थितियों में कमानीदार तुला का उपयोग होता है। निम्नलिखित प्रयोगों से बच्चे भार या दूसरे प्रकार के बल के मापन के साधन के रूप में कमानीदार तुला से अधिक परिचित हो जाएँगे :

प्रदर्शन	कमानीदार तुला का उपयोग कैसे किया जाता है ?	आवश्यक सामग्री कमानीदार तुला; छोटे चुने हुए बाट
<p>कक्षा में कमानीदार तुला दिखाएँ और उसके हिस्सों के बारे में बताएँ। इसमें एक हुक है, एक सूचक है, एक पैमाना है और एक छल्ला है। देखिए चित्र 4-18। सूचक पैमाने के द्वारा सूचित करता है कि कमानी कितना खींची गई। 50 ग्राम का बाट रखिए। देखिए कि सूचक अपनी जगह से कितना हटा है। अब 100 ग्राम का बाट रखें और ध्यान दें कि सूचक कितना आगे खिसक गया है। बाद की दूरी पहली दूरी से दुगुनी है।</p> <p>चित्र 4-18 बल को तोलने के लिए कमानीदार तुला बहुत उपयोगी है।</p>		

रबड़ के फीते से कमानीदार तुला तैयार करें। बच्चों को दिखाएँ कि जब पट्टी के एक सिरे पर अधिक बल लगाया जाता है तो रबड़ की पट्टी अधिक खिंच जाती है। देखिए चित्र 4-19।

चित्र 4-19

रबर के साधारण फीते की इस तुला का निर्माण और प्रयोग दोनों ही आसान हैं।



## 2. गतिमान वस्तुएँ घर्षण-बल का सामना करती हैं

पिछली कक्षाओं में बच्चे बल के विभिन्न स्रोतों पर विचार कर चुके हैं—इनमें भार, पेशियाँ, खिंची कमानियाँ और तरल पदार्थों का ऊर्ध्वमुख बल शामिल थे। इसके अतिरिक्त बल के और भी कई स्रोत हैं, जैसे बिजली संबंधी या चुंबकीय प्रकृति के बल। बल के सामान्यतम स्रोतों में घर्षण भी एक है। घर्षण केवल किसी बल या गति के विरोध में ही काम करता है। लकड़ी का बड़ा लट्ठा यदि ज़मीन पर स्थिर पड़ा है तो घर्षण का सवाल नहीं उठता। लेकिन जब कोई उसे हटाने के लिए धकेलता है तो लगाए गए बल का विरोध करते हुए घर्षण-बल लगने लगता है। यदि कम बल लगाया है तो घर्षण का बल गति नहीं होने देगा। यदि काफी जोर से धकेलें तो लकड़ी का लट्ठा गतिशील हो जाएगा। इस स्थिति में भी उसे घर्षण-बल का सामना करना पड़ता है जो गति का विरोध करता होता है।

घर्षण के विषय में यह मुख्य संकल्पना रोचक और महत्वपूर्ण है। घर्षण के बारे में बच्चे जो प्रमाण दे सकते हैं वे अधिकतर दैनिक अनुभव के ही बारे में होंगे। इसलिए शिक्षक का काम

यह है कि वह इन्हीं परिचित अनुभवों से प्रमाण ले और उनमें विद्यार्थियों के अनुभवों को जोड़े। इन्हीं के आधार पर वह बच्चों को स्वयं उन महत्वपूर्ण उपसंकल्पनाओं तक पहुँचने में सहायता दे सकता है, जिनकी चर्चा अब की जा रही है।

### 2 (क). किसी वस्तु को सतह पर सरकाने के लिए बल की आवश्यकता होती है।

मेज़ पर पड़ी पुस्तक या कोई अन्य वस्तु अपने आप नहीं सरकेगी। मेज़ की सतह पर उसे सरकाने के लिए कुछ बल की आवश्यकता है। मेज़-कुसी खिसकाने के लिए उनको धकेलना पड़ता है अर्थात् बल लगाना पड़ता है। जब मेज़-कुसी को खिसकाया जाता है तो फ़र्श और खिसकाई गई वस्तु के बीच घर्षण बल को निष्प्रभावित कर दिया जाता है। यहाँ कुछ प्रयोग बताए जा रहे हैं जो बच्चों के सामने स्पष्ट कर देंगे कि किसी सतह पर किसी वस्तु को सरकाने के लिए बल लगाना पड़ता है।

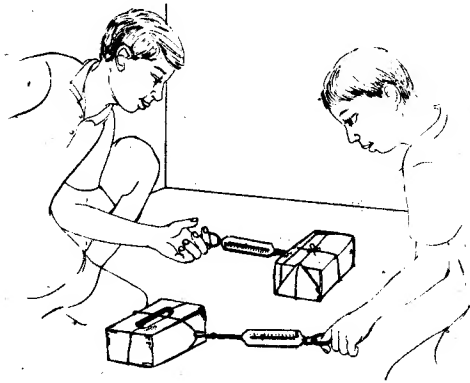
अन्वेषण	क्या किसी वस्तु को बल के बिना खिसकाया जा सकता है ?	आवश्यक सामग्री ईंट या पुस्तक या कोई अन्य वस्तु, डोरी, कमानीदार तुला
<p>ईंट या पुस्तक जैसी किसी भारी वस्तु के चारों ओर डोरी लपेटें। डोरी को कमानीदार तुला से बाँध दें जैसा कि चित्र 4-20 में दिखाया गया है। मेज़ की सतह के बराबर (समानांतर) बैधी वस्तु को धीमे</p>		

मेज के ऊपरी तल्ले पर कोई छोटी वस्तु रख कर रबड़ के पतले फीते से खींचने का प्रयत्न करें। रबड़ के फीते का खिंचाव सूचित करता है कि वस्तु को गतिमान करने के लिए, बल की आवश्यकता होती है। चाहे वह बल अत्यंत कम ही क्यों न हो।

## 2 (ख). खुरदुरी सतह की तुलना में चिकनी सतह पर कम घर्षण पैदा होता है

यह सामान्य अनुभव है कि चिकनी सतह की तुलना में खुरदुरी सतह पर कोई वस्तु खींचने के लिए अधिक बल लगाना पड़ता है। अर्थात् खुरदुरी सतह की तुलना में चिकनी सतह

गति के लिए कम घर्षण प्रस्तुत करती है। नए जूतों के तल्ले चिकने होते हैं। इसलिए फिसलने के खतरे से बचने के लिए सावधानी से चलना जरूरी होता है। निम्नलिखित प्रयोगों से चिकनी और खुरदुरी सतह द्वारा प्रस्तुत किए जाने वाले घर्षण-बल का अंतर स्पष्ट दिखाया जा सकता है।

अन्वेषण	सतहों का चिकनापन घर्षण को कैसे प्रभावित करता है ?	आवश्यक सामग्री दो ईंटें, कागज, डोरी, कमानीदार तुला
<p>एक सामान्य ईंट पर कागज लपेटें जिससे कि उसकी सतह चिकनी हो जाए, जैसा कि चित्र 4-22 में दिखाया गया है। बिना कागज वाली ईंट को कमानीदार तुला से बाँध कर फर्श पर खींचें। सूचक की स्थिति नोट करें। अब इसी तरह कागज से लिपटी ईंट खींचें। इस बार कागज फर्श पर सरक जाता है। अब सूचक की स्थिति देखें। खुली ईंट के खुरदुरे सतह के कारण अधिक घर्षण उत्पन्न हुआ। इसलिए दूसरी ईंट के सरकने में पहली के मुकाबले कम बल लगा।</p>		<p>चित्र 4-22 सतहों का चिकनापन घर्षण की मात्रा को निर्धारित करने में सहायक होता है।</p>

पत्थर के फर्श पर, मेज पर और काँच की सतह पर एक पुस्तक खिसकाने का प्रयत्न करें। इन सभी उदाहरणों में जो बल लगे उसकी तुलना करें।

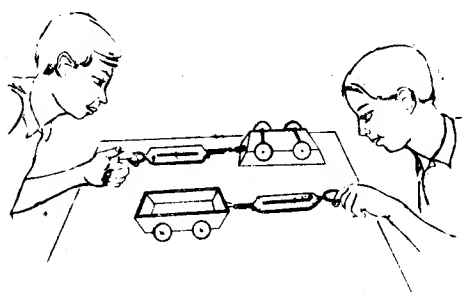
## 2 (ग). पहिए घर्षण कम कर देते हैं

हाथ से खींची जाने वाली ठेलागाड़ी, बैलगाड़ी, मोटरकार, बाइसिकिल—इन सब वाहनों में पहिए होते हैं। वाहनों को

गति देने के लिए पहियों का इस्तेमाल किया जाता है क्योंकि पहिए घर्षण घटा देते हैं। बिना पहिए के वाहन को सड़क पर चलाने के लिए बहुत अधिक बल लगाना पड़ेगा। पहिए सड़क

पर सरकते नहीं लुढ़कते हैं। आम तौर से लुंठन (लुढ़कन) का घर्षण सरकने के घर्षण से कम होता है। इसलिए पहिए

घर्षण बहुत कम कर देते हैं। निम्नलिखित प्रयोग इसे स्पष्ट रूप से समझने में छात्रों की सहायता करेंगे।

अन्वेषण	पहिए घर्षण को कैसे प्रभावित करते हैं?	आवश्यक सामग्री खिलौने का मालडिब्बा या पहिएदार कोई दूसरा खिलौना
<p>खिलौने का मालडिब्बा प्राप्त करें। कमानीदार तुला से बाँध कर उसे जैसा चित्र 4-23 में दिखाया गया है, किसी सतह पर खींचें। तुला के पैमाने का प्रेक्षण करें। अब खिलौने को पलट दें और यही प्रयोग दोहराएँ जिससे कि पहियों का इस्तेमाल न हो सके। तुला के सूचक की ओर ध्यान दें। इस बार पहले के मुकाबले अधिक बल लगा है।</p>		 <p>चित्र 4-23 सरकाने की अपेक्षा पहियों में कम घर्षण होता है।</p>

टीन के बंद गोल डब्बे को मेज पर लुढ़काएँ। इसमें जितना बल लगा उसकी तुलना उसी डब्बे को चपटे पेंडे की तरफ़ से सरकाने में लगे हुए बल से करें।

बच्चों को याद दिलाएँ कि मजदूर तारकोल (डामर) के पीपों को लुढ़काते हैं, उन्हें समतल सिरे की ओर से खड़ी करके नहीं सरकाते।

## 2 (घ). स्नेहन (चिकनाने) से घर्षण घटता है

बैलगाड़ी या बाइसिकिल के पहिए और घुरी के बीच में चिकनाई लगाना आम बात है। इससे पहिए और घुरी के बीच घर्षण कम हो जाता है और गति सुगम और सरल हो जाती है। घर्षण घटाने के लिए ग्रीज या तेल लगाने के इस

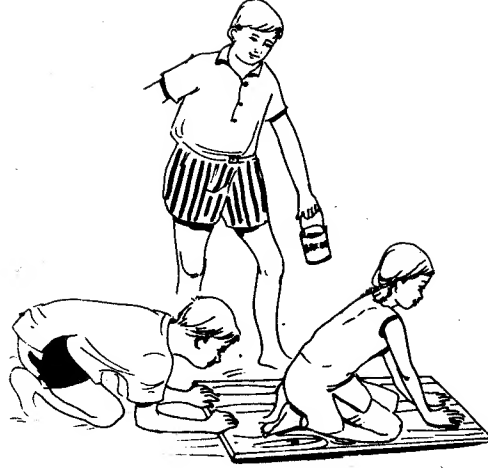
तरीके को स्नेहन या चिकनाना कहते हैं। मशीनों को न्यूनतम घर्षण से चलाने के लिए उन्हें प्रायः चिकनाना पड़ता है। स्नेहन के बिना मशीन की गति में घर्षण-बल के कारण प्रतिरोध होता है। निम्नलिखित विधियों से विद्यार्थियों को घर्षण पर स्नेहन का प्रभाव दिखाया जा सकता है:

अन्वेषण	स्नेहन घर्षण को कैसे प्रभावित करता है?	आवश्यक सामग्री लकड़ी का इतना बड़ा तल्ला नें कि उस पर बैठा जा सके, ग्रीज
<p>एक बच्चे को लकड़ी के तल्ले पर घुटने टेकने या बैठने के लिए कहें। तल्ला लकड़ी के या कांकीट के</p>		<p>चिकने फ़र्श पर रखा जाए। एक दूसरे बच्चे से कहें कि जैसा चित्र 4-24 में दिखाया गया है, वह तल्ले के</p>

एक सिरे को धकेल कर उसे गतिमान करे। अब तल्ले और फ़र्श के बीच में ग्रीज़ से स्नेहन कर दें। क्या चिकनाने के बाद तल्ले और उस पर रखे भार को फ़र्श पर सरकाने में उतना ही बल लगता है जितना कि पहले लगा था ?

चित्र 4-24

चिकनाई के प्रयोग से घर्षण कम किया जा सकता है।



विद्यार्थी सूखे हाथों से रस्साकशी करें। दुबारा रस्साकशी हो, लेकिन इस बार हथेलियों में ग्रीज़ या साबुन लगा हो।

एक विद्यार्थी से कहें कि वह हाथ में कस कर गिलास पकड़े और दूसरे से कहें कि वह उसे खींचे। अब उसके हाथ में तेल लगवा कर फिर कोशिश करने के लिए कहें। विद्यार्थी से दोनों स्थितियों का अंतर बयान करने के लिए कहें।

## 2 (ङ). कहीं-कहीं घर्षण वांछनीय होता है

लोगों के लिए घर्षण कम करने का प्रयत्न करना सामान्य बात है। इसके लिए वे सरकने की सहजता के लिए सुगम सतहें बनाते और स्नेहन की व्यवस्था करते हैं। घर्षण को कम-से-कम रखने के लिए वे पहिए या रोलर भी मुहैया करते

हैं। ये प्रयत्न इतने सामान्य हैं कि लोग प्रायः समझ बैठते हैं कि घर्षण सर्वत्र अवांछनीय है। निश्चय ही वास्तविकता यह नहीं है। इन प्रयोगों से बच्चों को यह समझ सकने में सहायता मिलेगी कि कई स्थितियाँ ऐसी भी होती हैं जिनमें घर्षण बहुत वांछनीय होता है :

अन्वेषण	क्या चलने या दौड़ने के लिए घर्षण आवश्यक है ?	आवश्यक सामग्री ग्रीज़ या साबुन
किसी बच्चे को ग्रीज़ या साबुन अथवा कीचड़ की फिसलनी सतह पर चलने या दौड़ने के लिए कहें। जब पैरों और ज़मीन या फ़र्श के बीच बहुत ही कम	घर्षण हो तो क्या चलना या दौड़ना अधिक कठिन होता है ? लोग अपने पैरों और फ़र्श या ज़मीन के बीच घर्षण बढ़ाने के लिए क्या-क्या उपाय करते हैं ?	

बच्चों से चर्चा करें कि जब सड़कें गीली हों और कीचड़ से भरी हों तो मोटर-गाड़ियों और ठेलों के चलाने में खतरा क्यों होता है ?



किसी बच्चे को गीली या कीचड़वाली जगह पर अपनी बाइसिकिल रोकने के लिए कहें। यदि घर्षण बढ़ जाए तो क्या उसे अपनी साइकिल पर नियंत्रण रखने में सहायता मिलेगी ?

### 3. लोगों को कभी-कभी किसी दूरी तक बल लगाना पड़ता है

कभी-कभी जब कोई व्यक्ति किसी वस्तु को उठाना चाहता है तो वास्तव में वह गुरुत्व-बल के विरुद्ध केवल अवलंब देना चाहता है। दूसरे शब्दों में, वह अधोमुख भार के बल के बराबर और विपरीत ऊर्ध्वमुख बल लगाना चाहता है। ऐसा करने पर वस्तु को अवलंब मिल जाएगा, फिर भी वह गतिहीन रहेगा। अधिकतर वस्तु को ऊपर ले जाने के लिए बोझा या भार उठाया जाता है। मजदूर इस्पात का टुकड़ा फर्श से ऊपर उठा कर अपने काम की मेज पर रखता है, एक व्यक्ति सीढ़ी से ऊपर चढ़ता है, ऊँची इमारतों में लिफ्ट यात्रियों को उच्चतर स्थान तक पहुँचा देती है। इन उदाहरणों में बल दूरी तक लगाया जाता है। वैज्ञानिक कहते हैं कि जब दूरी तक बल लगाया जाता है तब कार्य हुआ।

इस मुख्य संकल्पना में बच्चों को कार्य की वैज्ञानिक संकल्पना से परिचित कराया जाएगा। यह एक बहुत सामान्य संकल्पना है, परंतु साथ ही अत्यंत महत्वपूर्ण है। औजारों, मशीनों और इंजनों के बारे में मनुष्य के अधिकांश ज्ञान का बड़ा आधार यही है। विस्तृत अर्थ में कार्य की यह संकल्पना उस ऊर्जा का प्रारंभिक ज्ञान कराती है जो सभी विज्ञानों की आधारभूत घटनाओं में से एक है।

3 (क). जब वस्तुओं को अवलंब दिया जाता है अर्थात्

केवल गिरने से रोका जाता है, तब बल तो लगाया जाता है, लेकिन किसी दूरी तक नहीं।

गुरुत्व-बल के विरुद्ध वस्तुओं को अवलंब देना बहुत सामान्य बात है। जब वस्तुओं को केवल अवलंब दिया जाता है तो वे गतिशील नहीं होती। फर्श से अवलंब प्राप्त मेज, मेज से अवलंब प्राप्त पुस्तक और खूँटी से अवलंब प्राप्त छाता अचल वस्तुओं के उदाहरण हैं। उन्हें गुरुत्व-बल के विरुद्ध केवल अवलंब प्राप्त हैं, वे गतिमान नहीं हैं।

डोरी से टँगी वस्तु को भी गुरुत्व-बल के विरुद्ध अवलंब मिल रहा है। जब तक उसे कोई भुलाए नहीं वह गतिशील नहीं होगी। इसी तरह जिस वस्तु को पानी से अवलंब मिल रहा है, वह तब तक गतिमान नहीं होगी जब तक उसे छेड़ा न जाए। यही बात उस पुल के बारे में सच है जो टुक को अवलंब दे रहा है, या उस औरत के बारे में भी सच है जो सिर पर पानी का घड़ा सँभाले है। इन सभी स्थितियों में बल लगाया जा रहा है लेकिन किसी दूरी तक नहीं। यदि निम्नलिखित ढंग में विद्यार्थियों का ध्यान उनके चारों ओर की वस्तुओं की ओर आकृष्ट किया जाए तो यह कल्पना बच्चों को अधिक स्पष्ट हो जाएगी।

चर्चा	क्या हम प्रायः वस्तुओं को गतिमान किए बिना अवलंब देते हैं ?
विद्यार्थियों का ध्यान आसपास की कुछ अचल वस्तुओं की ओर आकर्षित करें। इस बात पर बल दें कि वे वस्तुएँ गतिमान नहीं हैं। जो भी चीज इन अचल वस्तुओं को अवलंब दे रही है वह गुरुत्व-बल के विरुद्ध क्रियाशील है। इन दो विरोधी बलों में संतुलन स्थापित हो गया है। कोई भी बल किसी दूरी	तक नहीं लग रहा है। शिक्षक इसके अन्य उदाहरण देने के लिए मेज के किनारे पर एक पुस्तक लापरवाही से इस तरह रखें कि वह गिर पड़े, और तब कहें, "पुस्तक नीचे गिर पड़ी, क्योंकि उसे समुचित अवलंब नहीं मिल रहा था"।

गौर करें कि इमारत की दीवारें छत को अवलंब देने के लिए ऊर्ध्वमुख बल लगा रही हैं, लेकिन इसमें गति का कोई प्रश्न नहीं है। यही बात स्थिर खड़े उस व्यक्ति पर लागू होती है जो अपने पैरों से अपने भार को अवलंब दे रहा है। ऐसे सामान्य उदाहरणों की खोज करने, में बच्चों की सहायता करें जिनमें बल तो लग रहा हो लेकिन गति न हो।

### 3 (ख). जब कोई वस्तु उच्चतर स्थान तक उठाई जाती है तब उस पर एक दूरी तक बल लगाता है।

जब कोई लड़की कुएँ से पानी खींचती है तो क्या होता है? वह पृथ्वी के भीतर से एक गहराई से, ठीक अपने हाथ की ऊँचाई तक पानी को उठाती है। इस स्थिति में वह जो बल लगाती है वह एक दूरी तक बाल्टी को गतिशील करता है।

जब कोई भारवाहक सामान ले कर सीढ़ियाँ चढ़ता है तो वह एक दूरी तक बल लगाता है। जब कोई कामगर अपनी गाड़ी पर ईंट लादता है तो वह एक खास ऊँचाई तक ईंटें उठाता है। निम्नलिखित निर्देशित प्रयोगों द्वारा यह बात बच्चों के सामने अधिक स्पष्ट रूप से रखी जा सकती है:


प्रदर्शन	किन सामान्य परिस्थितियों में बल एक दूरी तक लगाया जाता है?	<b>आवश्यक सामग्री</b> चुनी हुई सामान्य वस्तुएँ, डोरी, कमानीदार तुला (यदि संभव हो)
<div data-bbox="284 940 772 1270" data-label="Text"> <p>एक डोरी और कमानीदार तुला से एक पुस्तक या पत्थर को अवलंब दें। यह वास्तव में वस्तु का भार करने के समान है। अब जैसा कि चित्र 4-25 में दिखाया गया है उसे सावधानी से धीरे-धीरे फर्श से उठा कर मेज के ऊपर रखें। ध्यान दें कि बल बराबर ही लग रहा है। (इसीलिए वस्तु को बहुत धीरे-धीरे और समान वेग से उठाना आवश्यक है)। यहाँ बल वस्तु को केवल अवलंब देने के बदले उसे उठा रहा है। बल एक दूरी तक लगाया जा रहा है।</p> </div> <div data-bbox="298 1323 395 1350" data-label="Caption"> <p>चित्र 4-25</p> </div> <div data-bbox="298 1352 754 1415" data-label="Text"> <p>जब किसी वस्तु को उठाया जाता है तो बल एक दूरी तक लगाया जाता है।</p> </div> <div data-bbox="823 945 1273 1400" data-label="Image"> </div>		

बच्चों से ऐसे उदाहरणों की चर्चा करें जिनमें वस्तुओं को ऊपर उठाने के लिए एक दूरी तक बल लगाया जाता है। बच्चों को इस तरह के उदाहरण सोचने के लिए उत्साहित करें जैसे सीढ़ी से ईंटों को ऊपर तक पहुँचाना, गिलहरी का पेड़ पर चढ़ना और एक हेलिकॉप्टर अथवा राकेट का ऊर्ध्वाधर आरोहण।

3 (ग). भार को जब सड़क पर खींच कर ले जाते हैं, तब एक दूरी तक बल लगाया जाता है।

विद्यार्थी देख चुके हैं कि जब कोई वस्तु उठाई जाती है तो एक दूरी तक बल लगाया जाता है। ऐसी दशाओं में लगाया गया बल उठाए गए भार के बराबर है। जब पत्थरों से भरा संदूक जमीन पर घसीटा जाता है तो लगभग इसी रीति से बल एक दूरी तक लगाया जाता है। अंतर यह है कि यहाँ पर वस्तु के भार को लगाए गए बल से निष्प्रभावित नहीं किया

जाता। वरन् यहाँ संदूक के तले और सड़क की सतह के बीच के घर्षण को निष्प्रभावित करना आवश्यक होता है। यह उदाहरण भी एक दूरी तक बल लगाए जाने का है। यहाँ बल वस्तु के भार को निष्प्रभावित नहीं करता। यहाँ पर बल तथा गति ऊर्ध्वमुख नहीं हैं, परन्तु उनकी दिशा क्षैतिज है। यह कुछ कठिन संकल्पना है, लेकिन अत्यंत महत्वपूर्ण है। यहाँ कुछ प्रयोग दिए जा रहे हैं जो बच्चों को इस कल्पना के ग्रहण करने में सहायता देंगे:

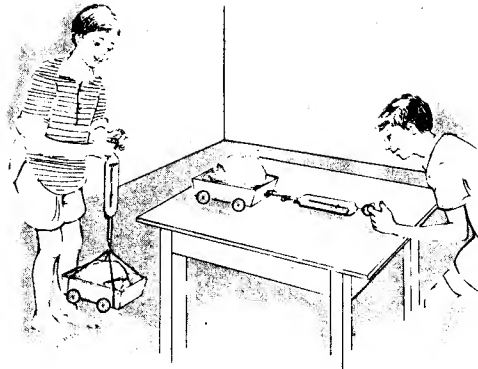
अन्वेषण	क्या विसर्पी गति में दूरी तक बल लगाता है ?	आवश्यक सामग्री पुस्तक या पत्थर, डोरी, कमानादार तुला (यदि संभव हो)
<p>पुस्तक या ईंट अथवा पत्थर को एक डोरी की सहायता से कमानादार तुला से बाँधें। सावधानी और मंद गति से वस्तु को मेज पर या कर्श पर घसीटें, जैसा कि चित्र 4-26 में दिखाया गया है। बच्चों से कमानादार तुला पर उस बल की ओर शीर करने के लिए कहें जिसके कारण वस्तु गतिमान है। यह क्षैतिज है या ऊर्ध्वधर ? उनसे यह भी पूछें कि वस्तु की गति क्या उसी दिशा में है जिसमें बल लगाया गया है। क्या इस उदाहरण में किसी एक दूरी तक बल लगाया गया है ?</p>		 <p>चित्र 4-26 इस क्रिया में बल की गति तथा वस्तु की गति एक ही दिशा में है।</p>

अन्वेषण	क्षैतिज सतहों पर बोझा घसीटने में कौन-सा बल लगता है ?	आवश्यक सामग्री खिलौना-गाड़ी, खिलौना-गाड़ी में रखने के लिए भारी वस्तुएँ, कमानादार तुला, डोरी
<p>खिलौना-गाड़ी पर कुछ भारी वस्तुएँ लादें और उसे त्रिकनी मेज पर, जैसा चित्र 4-27 में दिखाया गया है, कमानादार तुला से खींचें। खिलौना-गाड़ी को मंद और धीमी चाल से चलाने के लिए जितना बल लगा है उसका प्रेक्षण करें और पाठ्यांक लिख लें। अब खिलौना-गाड़ी और उस पर लदे बोझ का भार कमानादार तुला पर तोलें। ध्यान दें कि इन वस्तुओं</p>		<p>का भार (बल) खिलौना-गाड़ी खींचने वाले बल की तुलना में बहुत अधिक है। कक्षा में चर्चा करें कि इस कार्य के करने में इन दोनों बलों में से कौन-सा क्रियाशील था। उन्हें स्मरण कराएँ कि बल और दूरी का गुणनफल ही कार्य होता है, हाँ बल और गति एक ही दिशा में होने चाहिए। कार्य मापने के, इस उदाहरण में बल का माप उसी दिशा में होना चाहिए जिस दिशा में</p>

गति हुई है। वस्तुतः खिलौना-गाड़ी और उस पर लदे बोझ का किए गए कार्य से प्रत्यक्ष संबंध नहीं है।

चित्र 4-27

एक खिलौना-गाड़ी को चलाने का कार्य चलाई गई दूरी तथा गाड़ी चलाने के लिए प्रयुक्त बल के (न कि वस्तु के भार के) गुणनफल के बराबर होता है।



जब बैल गाड़ी खींचता है या रेल-इंजन डिब्बों को खींचता है, अथवा पानी में नाव खेई जाती है तब बल की दिशा और गति की दिशा का विश्लेषण करने में बच्चों की सहायता करें।

#### अच्छी तरह समझने के लिए

इस उपसंकल्पना में एक मूल बात है जो विद्यार्थियों और शिक्षकों के सामने स्पष्ट रहनी चाहिए। यह महत्वपूर्ण बात इस वाक्यांश में निहित है; “एक दूरी तक लगाया गया बल”। ऐसी स्थितियों का विश्लेषण करते समय यह पूर्णतः निश्चित कर लेना चाहिए कि सही बल और सही दूरी पर विचार किया जा रहा है। उदाहरण के लिए एक कामगर 100 किलोग्राम इस्पात की छड़ एक मेज पर दो मीटर की दूरी तक सरकाता है। सरकाने के लिए कामगर को 15 किलोग्राम बल की आवश्यकता पड़ती है। यहाँ पर छड़ को सरकाने में लगा बल छड़ के भार-बल (100 किलोग्राम-बल) को नहीं, बल्कि गति का विरोध करने वाले घर्षण-बल (15 किलोग्राम-बल) को निष्प्रभावित करता है। इस तरह इस उदाहरण में 15 किलोग्राम-बल दो मीटर की दूरी तक लगाया गया है। इससे कोई अंतर नहीं पड़ता कि मेज कितनी ऊँची है या आदमी कितना ऊँचा है अथवा उस वस्तु का भार कितना है। ऐसी स्थितियों का विश्लेषण करते समय यह पता लगाने में सावधानी बरतना आवश्यक है कि वस्तु को गतिमान

करने में कौन-सा बल लग रहा है।

बच्चे अपने विज्ञान पाठ्यक्रम के इस हिस्से में प्रायः बड़े तीक्ष्ण प्रश्न पूछते हैं। उदाहरण के लिए उन्हें बताया जाता है कि वैज्ञानिक शब्दावली के अनुसार किसी वस्तु को ले जाना कार्य नहीं है जब तक कि उसे ऊँचा न उठाया जाए। फिर भी वे जानते हैं कि भारवाहक बोझा घसीटते-घसीटते या वहन करते-करते थक जाता है, भले ही पार्सलें अब भी उसी ऊँचाई पर रखी हों जिस पर घसीटे जाने से पहले रखी हुई थीं। यदि कार्य शून्य है तो कामगर थक क्यों जाता है? वस्तु-स्थिति का पूरा-पूरा विश्लेषण किया जाए तो समझ में आ जाता है कि कामगर थक क्यों जाता है। कामगर जो काम करता है वह घर्षण को ही निष्प्रभावित करने का होता है। यदि वह गाड़ी में बोझ घसीटता है तो उसे घर्षण का प्रतिकार करना पड़ता है। यदि वह उसे लेकर चलता है तो भी पेशियों के गतिशील होने पर आंतरिक घर्षण पैदा होता है। कामगर की थकान का वास्तविक कारण यह है कि उसकी पेशियाँ भारी वस्तुओं के उठाने के ही लिए बल लगाती हैं। यद्यपि वैज्ञानिक दृष्टि से उसने कोई कार्य नहीं किया। ‘कार्य’ शब्द की अवैज्ञानिक व्याख्या देने का यह एक उदाहरण है (देखिए

उपसंकल्पना 3 (घ) जो आगे दी जा रही है)। भारवाहक वास्तव में थक जाता है क्योंकि उसकी पेशियों ने सचमुच प्रयास किया है लेकिन “थक जाना” और वैज्ञानिक अर्थ के अनुकूल कार्य संपन्न करना एक ही चीज नहीं।

विद्यार्थियों और शिक्षकों दोनों के लिए यह एक कठिन संकल्पना है। शिक्षकों को यह आशा नहीं करनी चाहिए कि कक्षा 3 के विद्यार्थी इसे ब्योरेवार समझ लेंगे। फिर भी यह विश्लेषण उपयोगी है और प्रभावकारी भी हो सकता है। विद्यार्थियों को गति के इस महत्वपूर्ण पक्ष अर्थात् कार्य का अवबोध कराना प्रारंभ कर दिया जाए।

**3 (घ). जब किसी दूरी तक बल लगाया जाता है तब वैज्ञानिक कहते हैं कि कार्य संपन्न हुआ।**

लोग कई काम करते हैं जो कार्य कहलाते हैं। दिन-भर लिखते रहने के बाद आदमी थक जाता है और कहता है कि “मैंने बहुत-सा कार्य किया”। लोग प्रायः कहते हैं कि हम “काम” कर रहे हैं जब कि वे वास्तव में पेट भरने के लिए

धंधा करते हैं। बच्चे कभी-कभी कहते हैं कि हम काम कर रहे हैं जब कि वे खेलने की जगह दिया हुआ कोई काम कर रहे हैं। लेकिन एक वैज्ञानिक नहीं कहेगा कि इन स्थितियों में कोई कार्य संपन्न हुआ है। वैज्ञानिक कार्य को दूसरी दृष्टि से देखते हैं।

वैज्ञानिक परिभाषा के अनुसार कार्य तभी संपन्न होता है जब एक दूरी तक बल लगाया जाता है। जब एक लड़की फर्श से कोई पुस्तक उठा कर मेज की सतह तक उठाती है तब वह कार्य करती है। जब कोई लड़का सीढ़ी पर चढ़ता है तो वह कार्य करता है, क्योंकि वह गुरुत्व-बल के विरुद्ध बल लगा (अपना भार ऊपर उठा) रहा है और इस बल को एक दूरी तक लगाता है (ऊँचे चढ़ता है)। शिक्षक बहुत-सी ऐसी क्रियाओं का आयोजन कर सकते हैं जिन्हें विद्यार्थी कर सकें और जिनमें कार्य की संकल्पना को पहचान सकने में उनकी सहायता की जा सके। कुछ क्रियाएँ ये हैं:

अन्वेषण	किसी वस्तु को ऊपर उठाने में कार्य कैसे सन्निहित है ?	आवश्यक सामग्री पत्थर या पुस्तक
एक बच्चे से फर्श पर पड़ा पत्थर उठा कर मेज पर रखने के लिए कहें। उसने एक बल लगाया है और बल ने एक दूरी तक मेज के सिरे तक वस्तु को हटाया है। इसलिए उसने कार्य किया है। विद्यार्थियों	द्वारा सुझाई गई क्रियाओं पर विचार करें और जानने का प्रयत्न करें कि क्या बल और दूरी से कार्य का संबंध उनकी समझ में आ गया है।	

विद्यार्थियों से ऐसी सामान्य स्थितियों की चर्चा करें जिनमें कार्य किया जाता है। इस तरह जब एक लिफ्ट बोझ उठाती है तो जिस दूरी तक बोझ उठा है वहाँ तक वह बल लगाती है। मेज पर इस्पात की छड़ सरकाने वाला कामगर घर्षण के क्षैतिज बल के विरोध को निष्प्रभावित करने के लिए क्षैतिज बल लगाता है।

ऐसी सामान्य स्थितियों की चर्चा करें जिनमें कार्य नहीं होता। जैसे मेज इस्पात की छड़ पर ऊर्ध्वमुख बल लगाती है और उसे गिरने नहीं देती। फिर भी यह बल गति नहीं उत्पन्न करता। बल किसी दूरी तक नहीं लग रहा है। इस लिए कोई कार्य नहीं हो रहा है।

**3 (ड). कार्य के लिए ऊर्जा की जरूरत होती है**

कार्य “अनायास ही” नहीं किया जा सकता। लिफ्ट बिना किसी मोटर या किसी जानवर द्वारा संचालित हुए बिना अपनी सवारियों का बोझ ऊँचाई तक नहीं पहुँचाती। एक कामगर भी अनिश्चित दूरी तक बल नहीं लगाता रह सकता। समय-समय पर उसे विश्राम और भोजन की आवश्यकता होती है। एक मोटरगाड़ी को निरंतर चलते रहने के लिए पेट्रोल की आवश्यकता होती है। इस प्रकार हर कार्य करने के लिए “किसी चीज” की जरूरत होती है। वैज्ञानिकों ने इस “चीज” को एक विशेष नाम दिया है। यह नाम है “ऊर्जा”। अतः वैज्ञानिक कहते हैं कि कार्य करने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है। यह ऊर्जा मनुष्य से और दूसरे जानवरों से उपलब्ध हो सकती है, जो भोजन से ऊर्जा प्राप्त करते हैं। जलशक्ति के लिए ऊर्जा नदी के गतिमान जल से मिलती है। मोटरगाड़ियाँ और हवाई जहाज पेट्रोल से

अथवा जेट-ईंधन से ऊर्जा प्राप्त करते हैं। ऊर्जा के बहुत-से स्रोत हैं। कार्य करने के लिए कोई न कोई स्रोत अवश्य उपलब्ध होना चाहिए। वैज्ञानिक प्रायः कहते हैं: “कार्य करने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है।” वे यह भी कहते हैं: “ऊर्जा में कार्य करने की योग्यता है।” कभी-कभी वे कहते हैं: “कार्य ऊर्जा का एक रूप है।”

इस कक्षा के स्तर पर बच्चों को ऊर्जा नामक संकल्पना की शुरुआत ही बताई जा रही है। लेकिन यह समूचे विज्ञान-जगत् के एक अत्यंत महत्वपूर्ण अवबोधन की ठोस शुरुआत है। शिक्षक ऐसी चर्चाओं और प्रयोगों द्वारा विद्यार्थियों को ऊर्जा-संकल्पना आसानी से समझाने में सफल हो सकते हैं, जिनमें परिचित स्थितियों में संकल्पना का सरल लेकिन परिशुद्ध उपयोग किया गया हो। यहाँ पर ऐसे ज्ञानवर्द्धक प्रयोगों के कुछ उदाहरण दिए जा रहे हैं।

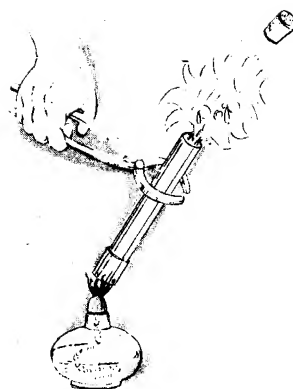
प्रदर्शन	क्या हम सचमुच अनुभव करते हैं कि कार्य करने के लिए हमारे शरीर को ऊर्जा की आवश्यकता है ?
<p>एक बच्चे को स्टूल पर कई बार चढ़ने-उतरने के लिए कहें। कोई तीस बार ऐसा करने पर वह कुछ-कुछ थक जाएगा। उससे पूछिए कि उसे क्या अनुभव हो रहा है। “अब मैं आराम किए बिना चढ़-उतर नहीं सकता”, “इससे मुझे भूख लग गई”—इस प्रकार के वाक्यों में अपनी अनुभूति का वर्णन करने में उनकी सहायता करें। यह महसूस करने में कक्षा के विद्यार्थियों</p>	<p>की सहायता करें कि इतनी बार स्टूल पर चढ़ने-उतरने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है। इसका यह एक परिचित उदाहरण है। बच्चों से यह वर्णन करने के लिए कहें कि कार्य करने के बाद कब-कब उन्होंने थकान महसूस की है। क्या उन्हें भोजन और विश्राम की आवश्यकता प्रतीत हुई है ?</p>

अन्वेषण	वाष्प को कार्य करने के लिए ऊर्जा कहाँ से मिलती है ?	आवश्यक सामग्री लोहे की नली, जिसका मुँह एक ओर से बंद हो, ताप का स्रोत, डाट (कार्क)
<p>लोहे की एक ऐसी नली में थोड़ा पानी भरें जिसका मुँह एक ओर से बंद हो। कसी डाट लगा कर दूसरा मुँह भी बंद कर दें। चित्र 4-28 की तरह स्पिरिट लैंप पर नली को गर्म करें। शीघ्र ही नली से डाट दूर जा गिरती है। किसने डाट को निकाल फेंका ?</p>	<p>यह नली के भीतर वाष्प ही थी जिसने उस पर बल लगाया। इस बल ने डाट को एक दूरी तक गतिशील कर दिया। वाष्प ने कार्य किया है। ऊष्मा ने पानी को भाप में बदल दिया; भाप ने डाट पर कार्य किया। इस उदाहरण में ऊर्जा का स्रोत है।</p>	

प्राथमिक कक्षाओं के लिए सामान्य विज्ञान  
अध्यापकों के लिए प्रयोग-पुस्तिका

चित्र 4-28

वाष्प अपनी ऊर्जा ताप के किसी स्रोत में प्राप्त करती है।



बच्चों से ऐसे कई सामान्य दृष्टान्तों पर चर्चा करें जिनमें कार्य होता है। प्रत्येक उदाहरण में कार्य को संभव बनाने वाले ऊर्जा-स्रोतों को पहचानने में उनकी सहायता करें।

चर्चा	अवलंब देने वाली युक्तियों को ऊर्जा कहाँ से प्राप्त होती है ?
विद्यार्थियों को उत्साहित कर पूछिए कि लकड़ी के चौखटे पर भारी पत्थर को सँभाले रखने वाली ऊर्जा का स्रोत क्या है ? वास्तव में पत्थर को ऊपर रखे रहने के लिए लगाया गया बल उसे केवल अवलंब दे रहा है; यह बल उसे किसी दूरी तक नहीं उठाता।	अतः कोई कार्य नहीं होता। इसलिए ऊर्जा के स्रोत की आवश्यकता ही नहीं है। विद्यार्थियों को याद दिलाएँ कि लकड़ी का स्टैंड ऊर्जा के किसी भी स्रोत के बिना पत्थर को अनेक वर्षों तक अवलंब देता रह सकता है। इस स्थिति में कोई कार्य नहीं होता।

अच्छी तरह समझने के लिए

कार्य करने के लिए ऊर्जा के स्रोत अनेक प्रकार के हैं। कभी-कभी पेशियों से, या वाष्प से अथवा बिजली से ऊर्जा मिलती है। लेकिन ऊर्जा-उत्पादकों को निरंतर परिचालन के लिए अधिक ऊर्जा कहाँ से प्राप्त होती है ? बैल को अपने भोजन से, मुख्यतः घास से, ऊर्जा मिलती है। घास अपनी ऊर्जा सूर्य से प्राप्त करती है। वाष्पचालित इंजन भाप से ऊर्जा प्राप्त करता है। भाप अपनी ऊर्जा कोयले से प्राप्त

करती है। कोयला उन वृक्षों का बना है जो करोड़ों वर्ष पहले जीवित थे। उन्होंने सूर्य से अपनी ऊर्जा प्राप्त की थी। जलशक्ति अपनी ऊर्जा गतिमान जल से प्राप्त करती है। पानी गतिमान रहता है क्योंकि वह भूतल या समुद्र-तल से वाष्पीकरण की प्रक्रिया द्वारा पहाड़ की ऊँचाई तक ऊपर उठ चुका है। तीनों में से हर एक उदाहरण में ऊर्जा का सर्वप्रमुख स्रोत सूर्य ही है। ऊर्जा के स्रोतों की चाहे जितनी बड़ी संख्या गिना दी जाए लेकिन लगभग प्रत्येक उदाहरण में अनंत सूर्य ही ऊर्जा का आदि स्रोत निकलेगा।

#### 4. कार्य करने में सहायता के लिए लोग सरल मशीनों (यंत्रों) का प्रयोग करते हैं

हर दिन लोगों को विविध कार्य करने पड़ते हैं। दूसरे शब्दों में उन्हें एक दूरी तक बल लगाने की आवश्यकता होती है। चाहे यह घर्षण बल को निष्प्रभावित करके बाइसिकिल चला कर खुद को आगे धकेलना हो, अथवा गुरुत्वाकर्षण बल के विरुद्ध फावड़े को ऊपर उठाना हो, या फिर चाहे लकड़ी में कील ठोकनी हो, टायर बदलना हो, डिब्बे का ढक्कन खोलना हो या कागज काटना हो। ये और अन्य असंख्य सामान्य कार्य करने के लिए पेशीय बल के उपयोग के—एक दूरी तक बल लगाने के—उदाहरण हैं।

कभी-कभी ये काम सरल और सुखद होते हैं। काम में इतने कम बल और दूरी का प्रश्न होता है कि उन्हें पेशियों की सहायता से करना आसान और सुविधाजनक होता है परंतु कभी-कभी कामों में अधिक बल की जरूरत पड़ती है। जैसे, जब पेड़ काट कर गिराना हो, या मोटर-गाड़ी में जैक लगाना हो, अथवा इमारत की पहली मंजिल तक भारी बोझा उठाना हो। बहुत-से लोगों को 100 किलोग्राम से अधिक बोझा उठाने में कठिनाई होती है। इसके विपरीत बहुत-से ऐसे भी काम हैं जिनमें कम बल लगाने की जरूरत है, लेकिन वे असंभव, भयास्पद या अप्रिय होते हैं। इन स्थितियों में मनुष्य ने काम करने में सहायता करने के लिए सरल मशीनों (यंत्रों) का उपयोग करना सीख लिया है।

यद्यपि इस कक्षा-स्तर के सभी बच्चे कई तरह की सरल मशीनों का उपयोग कर चुके होते हैं, लेकिन इससे पहले उन्हें यह विश्लेषण करने का अवसर नहीं मिला होगा कि मशीनें वस्तुतः क्या करती हैं और कैसे करती हैं। प्रायः वे मशीनों और इंजनों के मामले में भ्रम में पड़ जाते हैं। वे यह

समझ नहीं पाते कि इंजन किसी न किसी ईंधन से परिचालित होता है, जब कि सरल मशीनें पेशियों की सहायता के लिए बनी यंत्र मात्र हैं।

इस कक्षा-स्तर के बच्चों को ऐसी अधिकतर संकल्पनाएँ मालूम हैं जो सरल मशीनों के मूल तत्त्व समझने के लिए जरूरी हो सकती हैं। वे बल के बारे में, दूरी के बारे में और कार्य के बारे में जानते हैं। उन्हें अपने दैनिक जीवन में सरल मशीनों का व्यापक अनुभव हो चुका है। अतः कक्षा 3 के इन बच्चों को इस विषय का केवल परिचय ही कराया जाएगा। यह सरल परिचय मात्र होगा, लेकिन मूलतः शुद्ध होगा। यह शुरुआत उन्हें बल, दूरी और कार्य की जानकारी को व्यवहार में लाने का अवसर देगी। यह भावी कक्षाओं में मशीनों के अपेक्षातर गंभीर अध्ययन के लिए उपयोगी आधार भूमि भी तैयार करेगी।

#### 4 (क). किसी बड़े बल को किसी दूरी तक लगाने में लीवर का उपयोग किया जा सकता है।

भारी पत्थर को केवल हाथ से ज़मीन से तनिक भी ऊपर उठाना कठिन है। पत्थर पूरी तरह उठाने के लिए लीवर छड़ का इस्तेमाल किया जा सकता है। किसी डिब्बे के कसे हुए ढक्कन को हाथ से नहीं खोला जा सकता। चम्मच को लीवर की तरह इस्तेमाल करें तो वह (ढक्कन) आसानी से खुल जाएगा। लकड़ी के भारी लट्टों को लीवरों की सहायता से एक जगह से दूसरी जगह ले जाते हैं। इस तरह के प्रयोगों से विद्यार्थियों की सहायता यह समझने में कर सकते हैं कि लीवर का प्रयोग कैसे होता है।

अन्वेषण	भारी पत्थर उठाने के लिए लीवर का इस्तेमाल कैसे किया जाता है ?	आवश्यक सामग्री लंबा मजबूत डंडा, भारी पत्थर
	जमीन पर एक बड़ा पत्थर रखवा लें। एक विद्यार्थी से उसे उठाने के लिए कहें। फिर दो विद्यार्थियों से उठाने के लिए कहें। बहुत भारी है। अब जैसा चित्र	4-29 में दिखाया गया है लीवर के रूप में छड़ी (डंडे) का इस्तेमाल करने में एक छोटे बच्चे की सहायता करें। वह पत्थर आसानी से उठा लेगा।





चित्र 4-29

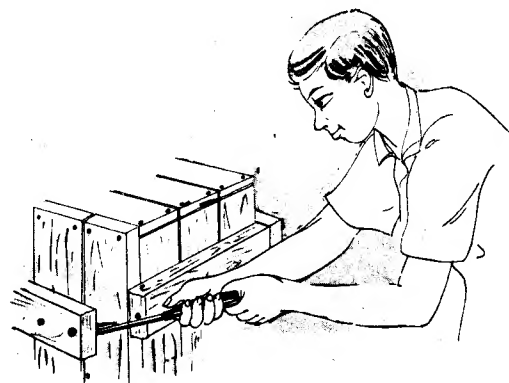
भारी वस्तुओं को उठाने के लिए लीवर का प्रयोग किया जा सकता है।

प्रदर्शन

क्या कुछ ऐसे सामान्य औजार हैं जो सचमुच लीवर हैं ?

आवश्यक सामग्री

पंजा, हथौड़ा, प्लाम, पेचकस,  
लकड़ी, कील



चित्र 4-30 क, ख

लीवरों के अनेक उपयोग हैं।

लकड़ी के टुकड़े में एक कील ठोकें और विद्यार्थियों से पूछें कि क्या वे उसे अपने हाथ से निकाल सकते हैं। फिर उन्हें दिखाइए कि लीवर के रूप में पंजा-हथौड़ा का इस्तेमाल करके उसे निकाला जा सकता है। इसी तरह दिखाइए कि लकड़ी कुचलने या कील टेढ़ी करने के लिए लीवर के रूप में प्लाम का इस्तेमाल

करके कैसे यथेष्ट बल लगाया जा सकता है। कील से आपस में जुड़े लकड़ी के दो तख्तों को पेचकस का लीवर के रूप में इस्तेमाल करके फिर अलग किया जा सकता है। विद्यार्थियों से ऐसे कुछ अन्य सामान्य औजारों के नाम बताने के लिए कहें जो लीवर के रूप में काम आते हैं। देखिए चित्र 4-30

4 (ख). किसी भारी बोझ को उठाकर उच्चतर स्थान तक पहुँचाने में ढाल (रैम्प) से सहायता मिलती है। एक झुके पट्टे के जरिए भारी बोझ जमीन से मोटर ठेले तक लीवर की सहायता से उठा कर रखा जा सकता है। ऊँची इमारत में सीढ़ी कक्ष होता है। ऊपरी मंजिलों में जाने के लिए लोग इनका इस्तेमाल करते हैं। जब कोई इमारत बन

रही हो तो इमारती सामान ऊपर पहुँचाने के लिए लंबे-लंबे ढलवाँ उतार (रैम्प) बनाए जाते हैं। चक्करदार सपिल सड़क पहाड़ी पर चढ़ने में कार की सहायता करती है। निम्न-लिखित प्रयोगों से मालूम हो जाता है कि सरल नत समतल से भारी बोझा उठाने में किस तरह सहायता मिलती है :

अन्वेषण	नत समतल भारी बोझा उठाने में हमारी सहायता कैसे करता है ?	आवश्यक सामग्री चार पहिए की गाड़ी, नत समतल के लिए तख्ता
<div data-bbox="288 703 777 1218"> <p>चार पहिए की एक छोटी गाड़ी में इतने काफ़ी पत्थर भरें कि एक लड़के के लिए उसे उठा सकना कठिन तो हो लेकिन संभव हो। एक विद्यार्थी से कहें कि वह उसे जमीन से उठा कर एक नीची मेज पर रखे। अब लकड़ी का इतना चौड़ा तख्ता लें कि वह गाड़ी को अवलंब दे सके। इसका एक सिरा जमीन पर टिका कर मेज तक ढलवाँ उतार की तरह रखें। अब उसी बच्चे से कहें कि वह लदी हुई गाड़ी को तख्ते के सहारे ऊपर की तरफ़ खींचे। लड़का गाड़ी को तख्ते के साथ-साथ चला कर उसे मेज की ऊँचाई तक आसानी से उठा सकता है। तख्ते ने लड़के को भारी बोझा उठाने में सहायता दी है। बच्चों को अपने सामान्य अनुभव-क्षेत्र में ऐसे उदाहरण देने के लिए कहें जिनमें इसी तरह नत समतल से सहायता</p> </div> <div data-bbox="820 714 1305 1005"> </div> <div data-bbox="820 1010 1305 1218"> <p>चित्र 4-31 भारी वस्तुओं को उठाने में नत समतल की सहायता ली जा सकती है। ली जाती है। सीढ़ियाँ, जूता पहनने की लौह पत्ती और पहाड़ी की साधारण पगडंडी भी इसी तरह के उदाहरण हैं। देखिए चित्र 4-31।</p> </div>		

इस तरह की युक्तियों में नत समतल सिद्धांत की पहचान करने में बच्चों की सहायता करें—जैसे पच्चड़, छेनी, चाकू और स्कू (पेंच) (स्कू की कल्पना एक छड़ के चारों ओर लिपटे नत समतल के रूप में की जा सकती है)।

4 (ग). लीवर और नत समतल अपने-आप कार्य नहीं करते, वे कार्य करने में लोगों की सहायता करते हैं, वे सरल मशीनों के उदाहरण हैं।

भारी पत्थर उठाने के लिए प्रयुक्त लंबा लीवर या भारी वजन उठाने के लिए प्रयुक्त तख्ता सरल मशीनों के उदाहरण हैं। लीवर छड़ भी एक यंत्र है। यह लीवर का एक नमूना है।

लकड़ी का तख्ता या मकान का सोपान-कक्ष भी सरल मशीन है और नत समतल का उदाहरण है।

लीवर या नत समतल अपने-आप कोई कार्य नहीं करता। यह महत्वपूर्ण तथ्य है कि सरल मशीनें कार्य करने में मनुष्य की सहायता करती हैं। इसे इस तरह के प्रयोगों से स्पष्ट किया जा सकता है।

<p><b>अन्वेषण</b></p>	<p><b>क्या सरल मशीनों में कार्य करने की क्षमता होती है ?</b></p>	<p><b>आवश्यक सामग्री</b> मजबूत छड़ी या लीवर छड़, मारी पत्थर</p>
<div data-bbox="298 542 788 1128" data-label="Text"> <p>कक्षा में एक भारी पत्थर और एक लीवर छड़ लाएँ। छड़ को लीवर की स्थिति में रखें। विद्यार्थियों को विश्वास दिलाएँ कि छड़ स्वतः पत्थर नहीं उठा सकती। एक विद्यार्थी से कहें कि वह, जैसे चित्र 4-29 में दिखाया गया है, छड़ के उठे हुए सिरे को नीचे की ओर धकेले और दूसरे विद्यार्थियों से प्रेक्षण करने के लिए कहें। पत्थर उठ जाता है। अब देखें कि क्या लीवर, जैसा चित्र 4-32 में दिखाया गया है, यह काम अपने-आप कर सकता है। यह समझने में विद्यार्थियों की सहायता करें कि सरल मशीनें कोई भी काम अपने-आप नहीं कर सकतीं, लेकिन वे लोगों को भारी काम करने में सहायता देती हैं। कड़े छिलके वाला फल तोड़ने के लिए प्लास का उपयोग करके इसका प्रदर्शन किया जा सकता है। प्लास अपने-आप कुछ नहीं कर सकता। प्लास इस्तेमाल करने वाले को उचित बल लगाना ही पड़ेगा।</p> </div> <div data-bbox="820 622 919 651" data-label="Caption"> <p>चित्र 4-32</p> </div> <div data-bbox="820 651 1054 810" data-label="Text"> <p>सरल मशीनों में अपने आप कार्य करने की क्षमता नहीं होती। कार्य करने के लिए लीवर में कुछ ऊर्जा डालना आवश्यक है।</p> </div> <div data-bbox="826 600 1315 1111" data-label="Image"> </div>		

बच्चों से किसी भी सरल मशीन का नाम लेने के लिए कहें जो बिना किसी का बल लगे काम करती हो। विद्यार्थी इंजनों के नाम ले सकते हैं जिन्हें ईंधन से ऊर्जा प्राप्त होती है। सरल मशीनें स्वतः काम नहीं कर सकतीं, उन पर बल लगाना ही पड़ता है।

मेज की ऊँचाई तक पत्थर पहुँचाने के लिए एक तख्ते का इस्तेमाल करें और बच्चों को विश्वास दिलाएँ कि तख्ता पत्थर को ऊपर नहीं पहुँचाता। लड़का तख्ते के सहारे पत्थर ऊपर ले जाता है। तख्ते ने बच्चे को काम पूरा करने में सहायता दी है।

कुछ सामान्य सरल मशीनों का विश्लेषण करने में बच्चों की सहायता करें जिससे कि वे देख सकें कि कार्य कहाँ से व कैसे होता है। शिक्षक की सहायता से वे देख सकते हैं कि प्लास के जबड़े (जब कड़े छिलके का फल तोड़ते हैं) एक दूरी तक लगा बल लगा का कार्य करते हैं, और इस्तेमाल करने वाला भी जब प्लास के हथ्यों को दबा कर एक-दूसरे के नजदीक लाता है तब एक दूरी तक बल लगाता है। प्रयोक्ता सरल मशीन पर कार्य करता है, और मशीन यह कार्य फल के कड़े छिलके पर स्थानांतरित कर देती है जिससे कि वह चटक जाए। ऊर्जा का मुख्य स्रोत सरल मशीन नहीं है, बल्कि वह व्यक्ति है जो उसका उपयोग कर रहा है।

## 5. लोगों को प्रायः क्षेत्रफल मापने की आवश्यकता होती है

मान लीजिए कि आप इस तरह के सामान्य प्रश्नों के उत्तर चाहते हैं: कितने बच्चे या वयस्क एक कमरे में आसानी से बैठ सकते हैं? एक दीवाल पर सफेदी करने में कितना समय लगता है? एक बक्स या कमरा रँगने में कितना रोगन लमेगा?

ये सवाल वस्तुओं की सतह या क्षेत्रफल की माप से संबंधित हैं। बच्चों के अनुभव ने उन्हें क्षेत्रफल की संकल्पना की जानकारी तो करा दी है, यद्यपि संभव है कि वे इसे अनुभव न करते हों। इस मुख्य संकल्पना में शिक्षक विद्यार्थियों के पूर्ववर्ती अनुभव से ही आरंभ कर सकते हैं और उस जानकारी को सरल और

उपयोगी अवबोध में परिवर्तित करने में विद्यार्थियों की सहायता कर सकते हैं। नीचे जो चार उपसंकल्पनाएँ दी जा रही हैं वे इसी अवबोध के विकास की सीढ़ियाँ हैं।

## 5 (क). क्षेत्रफल सतह के परिमाण की माप है

विद्यार्थी ऐसी अभिव्यक्तियाँ सुन चुके हैं—जैसे, किसान का खेत इतने एकड़ का है, फाँक के लिए इतना कपड़ा चाहिए, अथवा किसी मकान या कमरे में इतने वर्गमीटर स्थान उपलब्ध है। यह समझने में शिक्षक विद्यार्थियों की सहायता करें कि यही क्षेत्रफल की संकल्पना है। बच्चों के सामने उसे स्पष्ट करने के लिए यहाँ कुछ प्रयोग बताए जा रहे हैं।

चर्चा	क्या हम 'क्षेत्रफल' पद का सही प्रयोग करना सीख सकते हैं?
एक विद्यार्थी से पूछें कि कक्षा में कितने बच्चे बैठ सकते हैं। पूछिए कि इसी कमरे में कितने वयस्क बैठ सकते हैं। बच्चों से पूछें कि वयस्कों की संख्या कम क्यों है। अब पूछें कि इससे छोटे या बड़े कमरे में कितने	बच्चे या वयस्क बैठ सकते हैं। यह समझने में विद्यार्थियों की सहायता करें कि बड़े कमरे में अधिक व्यक्ति क्यों बैठ सकते हैं। इन चर्चाओं में 'क्षेत्रफल' शब्द का बार-बार और सही प्रयोग करें।

पूछें कि किस मेज को ढकने के लिए अधिक कपड़ा चाहिए—जिसका आकार 1 मीटर × 2 मीटर है अथवा  $\frac{1}{2}$  मीटर × 2 मीटर।

कपड़े या कागज का एक वर्गाकार टुकड़ा हाथ में लें और बच्चों से पूछें कि वह कितना बड़ा है। इसके बाद अलग-अलग आकार के टुकड़े ले कर पूछें कि दोनों में कौन-सा बड़ा है। क्या वे अपने उत्तर को साबित कर सकते हैं?

बच्चों से चर्चा करें कि किस दीवाल पर रंग करने के लिए अधिक रोगन चाहिए—जिसका आकार 6 मीटर × 5 मीटर है अथवा जिसका आकार 10 मीटर × 4 मीटर है।

### 5 (ख). क्षेत्रफलों की परस्पर तुलना करना संभव है

अब तक बच्चे जान चुके हैं कि 'क्षेत्रफल' और "सतह के परिमाण" का एक ही अर्थ होता है। घर और स्कूल दोनों जगह, जहाँ वे यह जानने के लिए कि कौन-सा क्षेत्रफल सब से बड़ा या सबसे छोटा है, क्षेत्रफल की तुलना का अनुभव प्राप्त कर चुके हैं। इस उपसंकल्पना में बच्चे क्षेत्रफलों की

तुलना के बारे में और सीखेंगे तथा अधिक व्यवस्थित ढंग से अधिक सही विधि से तुलना करेंगे। उन्हें इस कल्पना से भी परिचित कराया जाएगा कि क्षेत्रफल के स्वीकृत मानक से तुलना करके किसी भी क्षेत्रफल की माप की जा सकती है। यहाँ कुछ प्रयोग दिए जा रहे हैं जिससे बच्चों को इस उपसंकल्पना का अपना अवबोध बढ़ाने में सहायता मिलेगी।

प्रदर्शन	एक क्षेत्रफल दूसरे से कितना बड़ा है ?	आवश्यक सामग्री कागज
<div data-bbox="288 736 780 1292" data-label="Text"> <p>दो वर्गाकार कागजों की तुलना करें, एक की भुजा 10 सेंटीमीटर हो और दूसरे की 20 सेंटीमीटर। बच्चों से उनके आकार की तुलना करने के लिए कहें। समी तत्काल कह उठेंगे कि अमुक कागज बड़ा है। अब उनसे पूछिए कि बड़ा कागज कितना अधिक बड़ा है। बहुत-से कहेंगे कि वह दूना बड़ा है क्योंकि इसके सिरे दूने बड़े हैं। अब 10-10 सेंटीमीटर के तीन और वर्ग लें। बच्चों को दिखाएँ कि, जैसा चित्र 4-33 में दिखाया गया है, चारों वर्ग बड़े कागज को ठीक पूरा-पूरा ढक लेते हैं। इस तरह क्षेत्रफल या सतह के परिमाण की दृष्टि से बड़ा वर्ग छोटे वर्ग से चौगुना बड़ा है। यह अनुभव करने में बच्चों की सहायता करें कि यहाँ प्रत्यक्ष तुलना की जा रही है। यह समझने में उनकी सहायता करें कि इसका अर्थ यह हुआ कि बड़े वर्ग का क्षेत्रफल चार छोटे वर्गों के क्षेत्रफल के बराबर है।</p> </div> <div data-bbox="815 741 1305 1122" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="815 1135 1203 1198" data-label="Caption"> <p>चित्र 4-33 क्षेत्रफलों की अच्छी तुलना करना आसान कार्य है।</p> </div>		

अन्वेषण	हम किसी भी निर्दिष्ट सतह को क्षेत्रफल की छोटी इकाई के रूप में कैसे वर्णित कर सकते हैं ?	आवश्यक सामग्री कागज
<div data-bbox="296 1480 788 1697" data-label="Text"> <p>10-10 सेंटीमीटर के किनारों के वर्गाकार कागज तैयार करें। बच्चों को दिखाएँ कि इनसे किस प्रकार मेज़ की ऊपरी सतह, फर्श का एक खंड अथवा चौरस फैला रूमाल, जैसा कि चित्र 4-34 में दिखाया गया है, ढका जा सकता है। 10 सेंटीमीटर के वर्ग को "मानक इकाई" मान लें, या गाँव अथवा शिक्षक</p> </div> <div data-bbox="820 1473 1311 1697" data-label="Text"> <p>के नाम की तरह उसे कोई नाम दें, अथवा केवल "इकाई क्षेत्र" कहें। मेज़ की ऊपरी सतह या रूमालों अथवा ऐसी ही चीज़ों के क्षेत्रफल को "हमारी 12 इकाइयों के बराबर" अथवा "कोई 6 इकाई क्षेत्रफल" के रूप में व्यक्त करना सीखने में बच्चों की सहायता करें। यह महसूस करने में उनकी सहायता करें कि वे क्षेत्रफलों</p> </div>		

की केवल तुलना ही नहीं कर रहे हैं बल्कि तुलना के द्वारा वे वस्तुतः क्षेत्रफल माप रहे हैं। तुलना की परिशुद्धता के बारे में अधिक चिन्ता न करें, क्योंकि इससे कहीं अधिक आवश्यक, तुलना द्वारा क्षेत्रफल के मापन की कल्पना को स्पष्ट करना है।

चित्र 4-34

हम एक रूमाल के क्षेत्रफल का माप छोटे-छोटे वर्गाकार टुकड़े बनाकर कर सकते हैं।



बच्चों से इस तरह के सवाल पूछें—“कक्षा की एक खिड़की ढकने के लिए अखबार के कितने पन्नों की आवश्यकता होगी?” और “एक छोटे लिफाफे को पूरा ढकने के लिए कितनी डाक-टिकटों की जरूरत पड़ेगी?”

#### 5 (ग). वर्गमीटर क्षेत्रफल की स्वीकृत मानक इकाई है

बच्चे माप के मानक की कल्पना और उसकी आवश्यकता से परिचित हो चुके हैं। वे यह भी जानते हैं कि भारत में माप के सभी मानक मीटरी पद्धति पर आधारित हैं। वे जानते हैं कि भार का स्वीकृत मानक किलोग्राम है और समय की माप सैकिंड, घंटा, दिन और वर्ष जैसी परिचित इकाइयों

से की जाती है। वे जानते हैं कि मीटर लंबाई का कानूनी मानक है। इसलिए अब यह समझना कि क्षेत्रफल का स्वीकृत मानक वर्गमीटर है, उनके लिए अगला तर्कसंगत कदम ही होगा। माप के मानकों के अवबोध को यह विस्तार देने में विद्यार्थियों की सहायता के लिए यहाँ कुछ प्रयोग बताए जा रहे हैं।

चर्चा	हम क्षेत्रफल की उपयोगी मानक इकाई कैसे चुन सकते हैं?	आवश्यक सामग्री कागज
चित्र 4-34 के साथ के प्रयोग का हवाला दें। बच्चों से पूछें कि वहाँ पर क्षेत्रफल की जिस इकाई का इस्तेमाल किया गया था उसकी “विशेषता” क्या थी। पूछिए कि वह छोटी या अधिक बड़ी, अथवा आयताकार या त्रिकोणाकार या गोल क्यों नहीं हो सकती थी। इस तरह की आकृतियों के कागज काट कर पहले से तैयार रखें और देखें कि बच्चे इनकी सहायता से कक्षा के फर्श का क्षेत्रफल किस तरह मापते हैं। क्योंकि बच्चे पहले से ही मीटरी पद्धति	से परिचित हैं इसलिए उनसे पूछिए कि क्या कोई ऐसी आकृति है जो मीटरी पद्धति से संबंध रखती हो और जिसका इस्तेमाल क्षेत्रफल की मानक इकाई के रूप में किया जा सके। यह महसूस करने में उनकी सहायता करें कि वर्ग का आकार समझने में और इस्तेमाल में दोनों दृष्टियों से आसान है। दिखाएँ कि हमारे राष्ट्र के और वैज्ञानिक जगत के मानक और माप की मीटरी पद्धति में वर्गमीटर बखूबी शामिल हो सकता है।	

अन्वेषण	हम सरल वर्गमीटर का उपयोग फर्श का क्षेत्रफल मापने के लिए कैसे कर सकते हैं ?	आवश्यक सामग्री मीटर का पैमाना या फीता, कागज
<div data-bbox="268 499 761 943"> <p>एक-एक मीटर की भुजा वाले वर्गाकार कागज के टुकड़े तैयार करें। उनसे एक छोटे कमरे का क्षेत्रफल मापने में विद्यार्थियों की सहायता करें। वे एक कोने से शुरू करें, और जैसा चित्र 4-35 में दिखाया गया है, एक-एक वर्ग रखते हुए कमरे के सभी खंडों पर कागज रख कर उठाते जाएँ। वे जितने वर्ग फर्श पर बिछाते हैं उतने वर्ग मीटर में कमरे का क्षेत्रफल होगा। यदि विद्यार्थी आयत के क्षेत्रफल का हिसाब लगाना जानते हैं तो उनसे कमरे की लंबाई और चौड़ाई की माप करवा के क्षेत्रफल निकलवाएँ। इस तरीके से क्षेत्रफल निर्धारित करने और पिछले तरीके से क्षेत्रफल निकालने में क्या अंतर है ?</p> </div> <div data-bbox="798 506 1289 846"> </div> <div data-bbox="812 884 1270 976"> <p>चित्र 4-35 एक-एक मीटर की भुजा वाले वर्गाकार कागजों के उपयोग से फर्श का क्षेत्रफल मापा जा सकता है।</p> </div>		

चर्चा	टाइल के फर्श का क्षेत्रफल हम कैसे जान सकते हैं ?
<div data-bbox="277 1120 766 1274"> <p>बच्चों को याद दिलाएँ कि मकानों या इमारतों के फर्श संगमरमर या अन्य प्रकार के वर्गाकार टाइलों से बनाए जाते हैं। आप ऐसे किसी कमरे में विद्यार्थियों को ले जाएँ। वर्गाकार खंड को क्षेत्रफल की इकाई मानें।</p> </div> <div data-bbox="798 1113 1287 1263"> <p>सभी खंडों का क्षेत्रफल क्या निर्देशित करता है ? बच्चों से पूछें कि वे कमरे का क्षेत्रफल कैसे निकाल सकते हैं ? यदि प्रत्येक टाइल क्षेत्रफल की इकाई हो तो उनकी संख्या से क्या पता चलता है ?</p> </div>	

चर्चा	हम जालीदार खिड़की के क्षेत्रफल का पता कैसे लगा सकते हैं ?
<div data-bbox="285 1404 772 1523"> <p>बच्चों को एक जालीदार खिड़की दिखाएँ। उनसे जाली के छेदों की गिनती करने के लिए कहें। सब छेदों का क्षेत्रफल कितना है ? हर छेद को एक इकाई</p> </div> <div data-bbox="804 1397 1294 1476"> <p>मानने के लिए कहें। उनसे पूछें कि वे खिड़की का क्षेत्रफल कैसे व्यक्त करेंगे ?</p> </div>	

बच्चों से क्षेत्रफल के लिए उपयोगी अन्य मीटरी मानकों की चर्चा करें। छोटे क्षेत्रफलों के लिए वर्ग सेंटीमीटर या वर्ग मिलीमीटर का इस्तेमाल किया जाता है। बड़े क्षेत्रफलों की मानक इकाइयाँ हैं—एकड़, 100 वर्ग मीटर और हेक्टेयर, 10,000 वर्ग मीटर।

### 5 (घ). सरल आकृतियों के क्षेत्रफल की गणना आसान होती है

वर्गों, आयतों और परिधियों जैसी सरल आकृतियों के क्षेत्रफल की गणना कर लेना वयस्कों की प्रायः “दूसरी प्रकृति” बन गई है। दुर्भाग्यवश वयस्क यह काम स्मृति से करना सीख लेते हैं। प्रायः वयस्कों को स्वयं नहीं मालूम होता कि

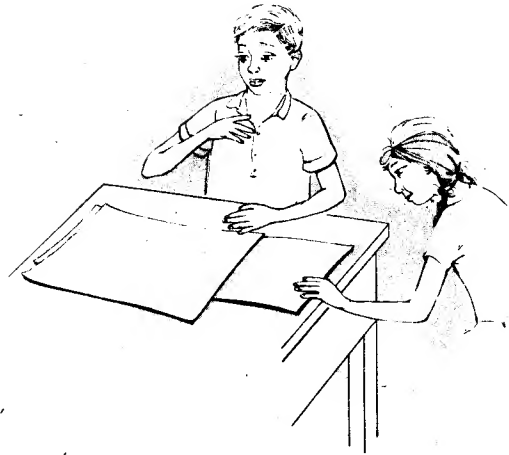
वे अपनी गणना इस रीति से क्यों करते हैं। बहरहाल, कुछ तरीके ऐसे हैं जिनसे बच्चे वर्गों और आयतों का क्षेत्रफल निकालने की ओर अपने-आप प्रवृत्त हो जाते हैं। इस दिशा में विद्यार्थियों को सहायता देने के बारे में शिक्षकों के लिए कुछ सुझाव ये हैं।

अन्वेषण	आयत का क्षेत्रफल कैसे निकाला जा सकता है ?	आवश्यक सामग्री कागज, माप के लिए पैमाना
<p>30 सेंटीमीटर <math>\times</math> 50 सेंटीमीटर का एक आयत और 10 सेंटीमीटर भुजा के कम-से-कम 15 वर्ग तैयार कराएँ। आयत का क्षेत्रफल ढकने के लिए एक ही वर्ग बार-बार रखते जाने की परिचित विधि के अनुसार वर्गाकार कागज (15 बार में) रखवाएँ। उन्हें बताएँ कि ‘मानक वर्ग’ से आयत के अज्ञात क्षेत्रफल की प्रत्यक्ष तुलना करके उन्होंने पता लगा लिया है कि आयत 15 मानक वर्गों के बराबर है। अब उन्हें 10 सेंटीमीटर के और वर्ग दिए जाएँ और बच्चों को, जैसा चित्र 4-36 में दिखाया गया है, आयत पर एक-एक करके पंद्रहों वर्ग रखने के लिए कहें। उन्हें महसूस कराएँ कि 5-5 वर्गों की तीन कतारें (या तीन-तीन वर्गों की पाँच कतारें) हैं और इसका अर्थ है सरल गुणा द्वारा 15 वर्ग। अन्य सरल आयतों से प्रयोग करें। चर्चा इस तरीके से करें कि बच्चे अपने-आप इस धारणा तक पहुँच जाएँ कि आयत की लंबाई और चौड़ाई का गुणा करने से आयत का क्षेत्रफल निकल आता है।</p>		
		
<p>चित्र 4-36 आयत की लंबाई और चौड़ाई का गुणा करने से आयत का क्षेत्रफल निकाला जा सकता है।</p>		

अन्वेषण	हम विभिन्न आकार के क्षेत्रफलों की तुलना कैसे कर सकते हैं ?	आवश्यक सामग्री कागज, पैमाना
<p>एक समस्या इस प्रकार प्रस्तुत करें: “कागज के एक आयत की भुजाएँ 40 सेंटीमीटर और 30 सेंटीमीटर की हैं और दूसरे की 60 सेंटीमीटर और 20 सेंटीमीटर की हैं—इनमें से कौन आयत बड़ा है और इसका पता कैसे लगाएँ?” विद्यार्थी सुझा सकते हैं कि एक आयत को दूसरे के ऊपर रख कर</p>		
<p>समस्या हल की जा सकती है, जैसा कि चित्र 4-37 में दिखाया गया है। जब तक कागज काटा न जाए तब तक यह तरीका विश्वसनीय नहीं माना जा सकता। अब दोनों कागजों पर, लंबाई और चौड़ाई दोनों ओर से 10-10 सेंटीमीटर की दूरी पर चिह्न लगाएँ। आमने-सामने के बिंदुओं को जोड़ने के लिए ऊर्ध्वाधर</p>		



और क्षैतिज रेखाएँ खींचें। अब विद्यार्थियों से हर कागज पर 10-10 सेंटीमीटर के वर्गों की गिनती करने के लिए कहें। यह देखने में बच्चों की सहायता करें कि दोनों कागजों का क्षेत्रफल बराबर है। पूछें कि कागज पर हर छोटा वर्ग क्या सूचित करता है, यह बता सकने में विद्यार्थियों की सहायता करें कि हर-एक का क्षेत्रफल 100 वर्ग सेंटीमीटर है। पूछें कि कागज की केवल लंबाई और चौड़ाई मालूम हो तो क्या सीधे उसके क्षेत्रफल का पता किया जा सकता है। (आवश्यक हो तो बताएँ कि उन कागजों की लंबाई-चौड़ाई का गुणा—40 सेंटीमीटर  $\times$  30 सेंटीमीटर और 60 सेंटीमीटर  $\times$  20 सेंटीमीटर—करने से क्षेत्रफल निकल आता है)। (हर बच्चा 3 सेंटीमीटर  $\times$  4 सेंटीमीटर और 6 सेंटीमीटर  $\times$  2 सेंटीमीटर के आयत पर 1-1 सेंटीमीटर के वर्ग बनाकर यह अन्वेषण आसानी से कर सकता है)।



चित्र 4-37  
कभी-कभी विभिन्न आकार के क्षेत्रफलों की सीधी तुलना करना कठिन होता है।

विद्यार्थियों से इस धारणा पर चर्चा करें कि वर्ग आयत का एक विशेष रूप है। वर्ग का क्षेत्रफल निकालने के लिए वही विधि अपनाई जा सकती है जो आयत के लिए अपनाई जाती है।

#### अच्छी तरह समझने के लिए

ऊपर का विकास-क्रम प्रेक्षण, प्रयोग और कुछ-कुछ सहज बुद्धि के आधार पर संकल्पना के निरूपित होने का उदाहरण है, सूत्रों की केवल रटत पर आधारित नहीं है। यदि गणित का तर्क देखने और प्रयोग करने में विद्यार्थियों की सहायता की जाए तो वे इसे अधिक अच्छी तरह समझ जाएँगे और गणित का व्यवहार करके आनंदित भी होंगे। इसके अलावा उन्हें अच्छी तरह याद भी रहेगा कि यह विचार

उनके दिमाग में कैसे-कैसे विकसित हुआ है। कंठस्थ करके ग्रहण की जाने वाली जानकारी के साथ ऐसा नहीं होता।

शिक्षक यदि माप के बारे में इस वैज्ञानिक ज्ञान को गणित के समुचित विषयों से समन्वित करें तो बहुत अच्छा रहे। इस कक्षा-स्तर पर बहुत जल्द बहुत-कुछ पढ़ा देने के लोभ से शिक्षकों को बचना चाहिए। इस स्तर पर त्रिकोणों के क्षेत्रफल की चर्चा करने की कोई उपयोगिता नहीं है, और वृत्तों के क्षेत्रफल की चर्चा करना समझदारी का काम कतई नहीं होगा।

#### 6. लोगों को प्रायः तापमान मापने की आवश्यकता होती है

कक्षा 3 में आने से बहुत पहले ही बच्चों का ताप की संकल्पना से परिचय हो चुका होता है। वे गर्म और ठंडे पानी का, गर्म और सर्द मौसम का, गर्मी लगने पर ग्रीष्म का और शीत ऋतु में ठंडी हवा जैसे शब्द और वाक्यों का खुल कर

प्रयोग करते हैं और उन्हें समझते भी हैं। तापमान के साधारण परिवर्तन के बारे में बच्चे बता सकते हैं—जैसे दो में से किस पात्र का पानी अधिक गर्म है, लोहे के दो टुकड़ों में से कौन-सा अधिक ठंडा है। वे सही-सही बता सकते हैं कि बर्फ उन के

हाथ को ठंडी लगेगी और उबलता हुआ पानी खतरे की सीमा तक गर्म होता है। फिर भी सामान्य रूप से इन बच्चों को तापमान के वास्तविक मापन के बारे में नहीं के बराबर जानकारी होती है। “बहुत ठंडा” या “बहुत गर्म” अथवा “थोड़ा व अधिक शीतल” जैसे वाक्यांशों के सिवा बच्चों को तापमान का वर्णन करना नहीं आता, यद्यपि वे तापमान से पूर्णतः परिचित होते हैं।

इस संकल्पना में बच्चों का ध्यान तापमान संबंधी विषयों की ओर केन्द्रित किया जाएगा। वे देखेंगे कि ऊष्मा और शीत के बारे में उनकी जानकारी बहुत सीमित है। वे तापमान को मापने के सरल और सामान्य तरीकों की खोज करेंगे और तापमान मापने वाले पैमाने के बारे में भी सीखेंगे।

#### 6 (क). ‘कितना गर्म’ या ‘कितना ठंडा’ इस रूप में तापमान की कल्पना की जा सकती है

ताप की संकल्पना ऐसी है जिससे इस कक्षा-स्तर के बच्चे पहले से परिचित हैं। इस उपसंकल्पना का उद्देश्य बच्चों के ‘गर्म’ व ‘ठंडे’ के सामान्य अनुभव की चरम सीमाओं की विभिन्न श्रेणियों में तापमान के मापने में सहायता करना है। यहाँ पर सीखना दो प्रकार का है— एक तो संबंधित सरल शब्दावली से सीखना और दूसरा यह कि गर्म और ठंडे की सीमाओं के तापमानों के बीच के मूल्य को पहचानना है। यहाँ कुछ प्रयोग दिए जा रहे हैं जिनकी सहायता से बच्चे अपना अवबोध बढ़ा सकते हैं।

चर्चा	जो वस्तु न ठंडी है न गर्म उसका वर्णन हम कैसे कर सकते हैं ?	आवश्यक सामग्री गर्म पानी का पात्र, ठंडे पानी का पात्र, खाली पात्र
	<p>बच्चों को साफ़ पानी से भरे एक ही जैसे दो पात्र दिखाएँ, एक में गर्म पानी हो और दूसरे में शीत, लेकिन बच्चों को पहले से न मालूम हो। कुछ बच्चों को छूकर उसकी उष्णता या शीतलता का वर्णन करने दीजिए। अब तीसरे पात्र में ठंडा और गर्म पानी बराबर मात्रा में डालिए। बच्चे इस मिश्रण को छुएँ। उन्हें इस तरह उसका वर्णन करने के लिए उत्साहित करें कि ‘यह न गर्म है न ठंडा,’ अर्थात् ‘गुनगुना’ है, अब शीत पानी में थोड़ा-सा गर्म पानी मिलाएँ। बच्चे पाएँगे कि पानी शीत नहीं केवल शीतल है। ढेर से गर्म पानी में थोड़ा-सा शीत पानी मिला दिया जाए तो पानी गर्म नहीं रह जाता, मंद गर्म अर्थात् मंदाष्म रह जाता है। इस तरह</p>	<p>बच्चों के पास ताप के केवल दो वर्णन, गर्म और ठंडा ही नहीं होते बरन् पाँच, ऊष्म, मंदाष्म, गुनगुना, शीतल और शीत हो जाते हैं। बच्चों से पूछें कि इन पाँच वर्णनों के अतिरिक्त क्या तापमान की अन्य भी स्थितियाँ हो सकती हैं। यह अनुभव करने में उनकी मदद कीजिए कि ठंडे पानी से भी और अधिक शीत चीजें (जैसे बर्फ़) हैं और गर्म पानी से भी अधिक गर्म चीजें (उबलता पानी या उबलता तेल अथवा दहकता कोयला) हैं। यह अनुभव होने में उनकी सहायता कीजिए कि “गर्म या ठंडी” से मिश्र स्थितियाँ इतनी हैं कि उनका वर्णन करने के लिए शब्द कम पड़ जाते हैं।</p>


इस समूची चर्चा में ‘तापमान’ शब्द का बहुधा और समुचित ढंग से इस्तेमाल करवाइए। यह महसूस करने में बच्चों की सहायता करें कि जब वे ‘गर्मी या शीतलता’ की बात करते हैं तो तापमान की स्थिति की ही बात करते हैं।

बच्चों को अपने माता-पिता से यह पूछने के लिए उत्साहित करें कि “आज कितनी गर्मी रही” या “शीत ऋतु में कितनी ठंडक हो जाती है”। वे प्रायः तापक्रम (तापमान के पैमाने) के अंशों (डिग्रियों) में उत्तर पाएँगे। इस अनुभव का उपयोग इसी रीति से ताप का वर्णन करने में विद्यार्थियों की दिलचस्पी जगाने के लिए करें।

## 6 (ख). तापमानों की तुलना की जा सकती है

बच्चे जान चुके हैं कि वे तापों का अनुमान लगा सकते हैं और उसका मौखिक वर्णन कर सकते हैं। बच्चे यह भी जानते हैं कि वे विभिन्न तापों की व्यक्तिगत अनुभव से तुलना कर सकते हैं। वे जो महसूस नहीं करते वह है उनका तापमान

संबंधी बोध। यह वास्तव में विश्वसनीय नहीं है। इस उप-संकल्पना में यह अनुभव करने में बच्चों की सहायता की जाएगी कि जहाँ तापमान के बारे में ठीक अनुमान लगाने का प्रश्न हो, उनकी ज्ञानेन्द्रियाँ अपेक्षाकृत अक्षम सिद्ध होती हैं। यह अवबोध प्राप्त करने में उनकी सहायता करने के लिए यहाँ कुछ प्रयोग बताए जा रहे हैं :

<p><b>अन्वेषण</b></p>	<p><b>तापमान के वर्णन के लिए हमारी ज्ञानेन्द्रियाँ कहीं तक विश्वसनीय हैं ?</b></p>	<p><b>आवश्यक सामग्री</b> गरम पानी का जार, ठंडे पानी का जार, मध्य तापमान के पानी के दो जार</p>
<p>पानी के चार जार लें—एक ठंडे पानी का, दूसरा गर्म पानी का और दो मध्य तापमान के पानी के। बच्चों को इनके ताप की जानकारी न होने पाए और शिक्षक उनका वर्णन 'ग', 'ठ', 'म' और 'म' के रूप में करे। एक विद्यार्थी को 'ग' जार में हाथ डाल कर अपनी प्रतिक्रिया व्यक्त करने दें। इसके बाद वह एक 'म' जार में अपना वही हाथ डाले। वह उसे "शीतल" बताएगा। अब दूसरा विद्यार्थी अपना हाथ 'ठ' जार में डाले और अपनी प्रतिक्रिया व्यक्त करे। इसके बाद वह वही हाथ दूसरे 'म' जार में डाले। वह उसे गुनगुना बताएगा। केवल शिक्षक जानता है कि दोनों 'म' जारों में एक ही तापमान का पानी है।</p> <p>अब तीसरे बच्चे से पहले एक हाथ 'म' जार के पानी में डालने के लिए कहें और फिर वही हाथ दूसरे 'म' जार में। इसके पहले कि वह अपना अनुभव बताए, कक्षा को याद दिला दें कि इन दोनों को एक विद्यार्थी ठंडा और दूसरा गुनगुना बता चुका है। लेकिन तीसरा विद्यार्थी अड़ जाएगा कि दोनों का तापमान समान है। बच्चों को यह प्रतीत होने में सहायता करें कि तापमान तय करने के बारे में मानवीय ज्ञानेन्द्रियाँ बहुत कुशल नहीं हैं। यह इस प्रयोग से प्रकट हो जाता है।</p>		 <p>चित्र 4-38 तापमान का वर्णन करने में हमारी ज्ञानेन्द्रियाँ अधिक विश्वसनीय नहीं हैं।</p> <p>इस प्रयोग का एक दूसरा परिवर्तित रूप यह भी हो सकता है कि एक विद्यार्थी अपना एक हाथ गर्म पानी में और दूसरा ठंडे पानी में एक मिनट तक रखे। इसके बाद वह चित्र 4-38 की तरह अपने दोनों हाथ मध्य तापमान के जार में रखे। आपको आश्चर्य होगा कि उसके एक हाथ को पानी गुनगुना लगेगा, जब कि दूसरे हाथ को वही पानी शीतल लगेगा।</p>

यह बताने के लिए बच्चों को उत्साहित करें कि ठंडी रात में उन्हें कैसा लगता है। वे इस तरह के शब्दों का प्रयोग करेंगे—'ठंडा', 'बर्फ़ सा शीत', 'कैपकैपी पैदा करने वाला', 'शीतल' आदि। यह अनुभव करने में उनकी सहायता करें कि तापमान की किसी स्थिति का अलग-अलग लोगों को अलग-अलग अनुभव होता है और उसके वर्णन की शब्दावली भी भिन्न होती है।

बच्चों को याद दिलाएँ कि कोई एक खास कमरा किसी व्यक्ति को आरामदेह, दूसरे को गर्माहट देने वाला और तीसरे को ठंडा मालूम हो सकता है। हमारा शरीर तापमान की सूचना देने के मामले में कितना अक्षम है।

#### 6 (ग). तापमान थर्मामीटर द्वारा नापा जाता है

वयस्क लोग थर्मामीटर से ताप मापने के आदी होते हैं। प्रायः बाज़ार में या सार्वजनिक इमारत की दीवारों पर थर्मामीटर लटकते देखे जाते हैं। डाक्टर बीमार के मुँह का तापमान थर्मामीटर से मापता है। कुछ रसोइए सिकाई करने से पहले भट्ठी की गर्मी मापने के लिए थर्मामीटर का इस्तेमाल करते हैं। वैज्ञानिक अपनी प्रयोगशालाओं में थर्मामीटर का इस्तेमाल बहुत करते हैं।

इस उपसंकल्पना से संबद्ध ज्ञानवर्द्धक प्रयोग इकाई-2—“हवा, पानी और मौसम” (मुख्य संकल्पना-1)—में मिलेंगे। इनके लिए शिक्षक शिक्षक-पुस्तिका के संबंधित भाग का अवलोकन करे। बहुधा यह आवश्यक नहीं है कि किसी इकाई के प्रयोगों को दोहराया जाए—एक बार एक इकाई और दूसरी बार—दूसरी इकाई के लिए। शिक्षक इन्हीं प्रयोगों से दोनों इकाइयों का काम चला सके तो बहुत अच्छा। पाठ्यचर्या के वैज्ञानिक अवबोध का दो या अधिक इकाइयों का समन्वय करने का यह अच्छा उपाय है।

6 (घ): ताप की माप के लिए जल के हिमांक और क्वथनांक स्वीकृत मानक प्रस्तुत करते हैं

ताप का सबसे उपयोगी पैमाना (मापक्रम) आमतौर से (अंग्रेजी में) “सेंटीग्रेड” कहलाता है यद्यपि इसके लिए उपयुक्त शब्द Celsius है। यही वह पैमाना है जो हमारे देश में और अधिकतर अन्य प्रगतिशील देशों में सरकारी तौर पर मान्य है, तथा जो दुनिया भर की वैज्ञानिक प्रयोगशालाओं में सभी कामों के लिए इस्तेमाल में आता है। यह मापक्रम पानी के हिमांक और क्वथनांक पर आधारित है। परिभाषा के अनुसार ‘सेल्सियस’ मापक्रम वह है जिसमें पानी का हिमांक  $0^{\circ}$  होता है और पानी का क्वथनांक  $100^{\circ}$  होता है। इन दो संदर्भ बिंदुओं के बीच 100 विभाजन हैं।

यह समझ सकने में विद्यार्थियों की सहायता के लिए शिक्षक-पुस्तिका में अन्य स्थान पर कक्षा 4 के वास्ते कई उपयोगी प्रयोग और क्रियाएँ दी गई हैं। इकाई 2,—“हवा, पानी और मौसम,” उपसंकल्पना 4 (ग) देखिए। इसी उपसंकल्पना में थर्मामीटर (तापमापी) के आरंभिक विकास से संबद्ध अनुविभाग “वैज्ञानिकों की कार्यविधि” भी देखिए और उसके तत्काल बाद का अनुविभाग ‘अच्छी तरह समझने के लिए’ भी।

# ऊर्जा और कार्य

## चौथी कक्षा

### सामान्य दृष्टि

इस इकाई की सीमा के अंतर्गत पहली तीन कक्षाओं में बच्चों को बल और उसके मापन की जानकारी हो चुकी है। वे गुरुत्व (भार) को ले कर बल के अनेक स्रोतों के बारे में ज्ञान प्राप्त कर चुके हैं। वे सीख चुके हैं कि बल क्या-क्या करते हैं और वे कैसे मापे जाते हैं। इसी प्रकार वे दूरी की कल्पना और उसका मापन तथा समय व उसका मापन के विषय में आरंभिक बातें जान चुके हैं। इन विमितियों व उनके माप के द्वारा बच्चे सीख चुके हैं कि हमें सर्व-स्वीकृत किन्हीं मानकों की आवश्यकता होती है। वे जानते हैं कि हमारा राष्ट्र मीटरी प्रणाली के उपयोग करने का निर्णय कर चुका है।

कक्षा 3 में विद्यार्थियों ने दूरी के माप की अपनी संकल्पना को स्पष्ट और व्यापक किया था। लंबाई अर्थात् दूरी, यथार्थ में एक विमिति की राशि है। यदि दो विमितियों में इसका विस्तार किया जाए, तो यह क्षेत्रफल का मापन होता है। कक्षा 3 के विद्यार्थियों ने ताप और उसके माप के बारे में भी सीखना आरंभ किया था।

इन प्रारंभिक कक्षाओं में विद्यार्थियों का परिचय 'बल को किसी दूरी तक लगाने' की अत्यंत महत्वपूर्ण धारणा से कराया गया था। उन्होंने सीखा था कि वैज्ञानिक अर्थ में यह कार्य है और यह भी कार्य ऊर्जा का एक रूप है। विद्यार्थियों को सरल मशीनों की इस मूलभूत संकल्पना से भी परिचित कराया गया था कि मशीनों को लोग अपने कार्य में सहायता प्राप्त करने के साधन के रूप में काम में लाते हैं।

अब कक्षा 4 में—दूरी जो एक विमिति का मापन है और क्षेत्रफल जो दो विमितियों का मापन है, उससे बच्चे आयतन

की ओर जो तीन विमितियों का मापन है—अग्रसर होंगे। अर्थात् वे आयतन के त्रिविमितीय मापन पर विचार करेंगे। इसके आधार पर वे घनत्व—जो भार और आयतन के बीच का संबंध है—और द्रवों के भीतर के दबाव के बारे में सीखना शुरू करेंगे। इस प्रकार वे बल के अपने अवबोध को विस्तृत करके दबाव तथा उत्प्लावक बल के बारे में सीखेंगे, जो तरल पदार्थ अपने भीतर की वस्तुओं पर डालते हैं। वे सरल मशीनों के बारे में अपने अवबोध को भी विस्तृत करेंगे और कक्षा 3 की तुलना में कहीं अधिक सामान्य युक्तियों से परिचित होंगे।

इस कक्षा में विद्यार्थी ऊष्मा का भी अध्ययन करते हैं। वे ऊष्मा के विभिन्न स्रोतों के विषय में ज्ञान प्राप्त करते हैं और उन्होंने यह भी सीखा है कि ऊष्मा ऊर्जा का एक रूप है। वे ऊर्जा के संरक्षण के सिद्धांत का अपना अवबोध भी बढ़ाते जाते हैं और अंत में, माप के बारे में उन्हें एक और महत्वपूर्ण संकल्पना के बारे में सीखने का अवसर मिलता है। यह है गति की सुपरिचित कल्पना। वे इसे माप के मौलिक रूप में नहीं बरन् दूरी और समय से संबंधित मान कर सीखते हैं।

इस प्रकार कक्षा 4 के ये विद्यार्थी विज्ञान की उन संकल्पनाओं से अवगत हो रहे हैं, जिनका अपना निजी स्वाभाविक मूल्य है। इसी के साथ-साथ वे भौतिकी की कुछ मूलभूत कल्पनाओं का भी ज्ञान पा रहे हैं। इन कल्पनाओं के द्वारा अगली कक्षाओं में विद्यार्थी का दुनिया (जिसमें वे रहते हैं) के इस पहलू के बारे में अपना अवबोध बढ़ाने की दिशा में प्रगति करना संभव होगा।

## 1. लोगों को प्रायः आयतन मापने की आवश्यकता पड़ती है

लंबाई दो बिंदुओं के बीच का अंतर है। क्षेत्रफल रेखाओं से घिरी सतह है। इसमें गहराई या मोटाई नहीं होती। आयतन क्या है? क्षेत्रफल को गहराई या मोटाई प्रदान कर दें तो वह आयतन हो जाएगा। दूसरे शब्दों में चारों ओर सतह से घिरा स्थान आयतन है। इसमें तीन विमितियाँ हैं—लंबाई, चौड़ाई और मोटाई या ऊँचाई। तीनों में से प्रत्येक केवल लंबाई है।

बच्चे दूरी-मापन की संकल्पना को विस्तृत कर के दो विमितियों की माप का अनुभव प्राप्त कर चुके हैं। उन्हें सतह का क्षेत्रफल निकालने का अनुभव है। अब उन्हें एक सीढ़ी ऊपर तीन विमितियों की माप से परिचित होने का—आयतन निकालने का, अवसर मिलेगा। इस कक्षा-स्तर के बच्चों को आयतन के बारे में कुछ जानकारी पहले से है, लेकिन वह बिखरी हुई है, और बच्चों के दिमाग में उसका संगठित रूप नहीं उभरा है। अब जो उपसंकल्पनाएँ दी जा रही हैं उनका संगठन ऐसा है कि कक्षा 4 के विद्यार्थियों के सामान्य

अनुभवों के आधार पर उनके आयतन संबंधी अवबोध को अर्थपूर्ण बनाने में शिक्षकों को सहायता मिलेगी।

1 (क). आयतन की कल्पना 'कितना भरा', 'कितना बड़ा', 'कितना अधिक' के रूप में की जा सकती है

इस कक्षा-स्तर के बच्चे आयतन की माप के संपर्क में प्रायः आ चुके हैं। भले ही वे आयतन की माप न करते हों तो भी वे "आकार" की सामान्य संकल्पना के प्रति सचेत हैं और आयतनों की सरल तुलना से परिचित हैं। इस तरह बच्चे "एक प्याला दूध", "एक बाल्टी पानी" या "एक टोकरी अनाज" सरीखे पदों का व्यवहार करते हैं। ऐसी शब्दावली उनकी जानी-पहचानी है, फिर भी उन्होंने उनके अर्थ का विश्लेषण शायद ही कभी किया हो। इस आयु-वर्ग के बच्चों को द्रव के आयतन और ठोस के आयतन की मापों में परस्पर कोई संबंध नहीं दिखाई देता। यहाँ पर कुछ सरल प्रयोग बताए जा रहे हैं जो आयतन के बारे में सोचने में बच्चों की सहायता करेंगे:

चर्चा	पदार्थ के परिमाण का वर्णन करने के कुछ सामान्य तरीके क्या हैं?
सामान्य सामग्रियों के परिमाणों के बारे में कक्षा में चर्चा करें और इस तरह के प्रश्न पूछें जैसे "चपातियाँ बनाने में कितना आटा लगता है?" "पीने के लिए आपको कितना पानी चाहिए?" "जमीन पर कितना बड़ा छेद है?" (किसी छेद का हवाला दीजिए)। इस तरह के प्रश्नों के जवाब जिस भी रूप में आएँ स्वीकार कीजिए। कोई कहेगा—"ढेर-सा" या "बहुत	अधिक नहीं" अथवा "मुँह भर" या "तीन टोकरी के बराबर"। चर्चा का उद्देश्य बच्चों को यह अनुभव कराना है कि वे सामग्रियों के परिमाणों के बारे में बात कर रहे हैं। कभी इसकी चर्चा भार के रूप में आएगी तो कभी आयतन के रूप में। यह अनुभव करने में बच्चों की सहायता करें कि "कितना" की चर्चा करने के इन दो तरीकों में भेद है।

अन्वेषण	'इस की तोल कितनी है?' और 'यह कितनी जगह घेरती है', इन दोनों में क्या कोई अंतर है?	आवश्यक सामग्री एक ही तरह के दो जार या डिब्बे, पानी, बालू
एक पात्र में पानी और दूसरे में बालू भरने में विद्यार्थियों की सहायता करें। अब उनसे चर्चा करें	कि किस पात्र में कितनी सामग्री है। बच्चे पात्रों को हाथ में उठा कर ही बता सकेंगे कि पात्र में बालू के	

मुकाबले पानी का भार कम है। इस तरह भार की दृष्टि से पात्रों में पानी और बालू की मात्रा अलग-अलग है। यह अनुभव करने में बच्चों की सहायता करें कि जहाँ तक आयतन का सवाल है दोनों सामग्रियाँ समान जगह घेरती हैं क्योंकि दोनों पात्रों को वे पूरी तरह भरे हुए हैं। सामग्रियों के जगह घेरने के गुण पर बल

दें और “आयतन” शब्द का, अक्सर प्रयोग करें। सामग्रियों के परिमाण की चर्चा करते समय प्याला, जार, मुट्ठी भर आदि आयतन-सूचक शब्दों का अक्सर व्यवहार करें। उन्हें बताएँ कि भार के पैमानों के मुकाबले आयतन की ऐसी माप प्रायः अधिक उपयोगी होती है।

बच्चों को प्याले, चम्मचें, छोटे डिब्बे, डोलची और कड़ाही जैसे आयतन-मापकों को घर से पाठशाला लाने के लिए उत्साहित करें।

### 1 (ख). आयतनों की परस्पर तुलना की जा सकती है

बच्चे अन्य प्रकार की मापों की तुलना कर चुके हैं। वे लंबाई और क्षेत्रफल की, भार की, समय की, तापमान की तुलना करके देख चुके हैं। उनको इनसे संबंधित पुराने अनुभवों की याद दिलाई जानी चाहिए। उन्हें मालूम होना चाहिए

कि इस उपसंकल्पना में वे फिर परिमाणों की तुलना करने जा रहे हैं। इस बार वे आयतनों की तुलना करेंगे। यहाँ कुछ ज्ञानवर्द्धक प्रयोग सुभाए जा रहे हैं जिनसे बच्चों को आयतनों की तुलना अच्छी तरह समझ सकने में सहायता मिलेगी।

अन्वेषण	छोटे पात्र के आयतन की तुलना बड़े पात्र के आयतन से कैसे की जा सकती है ?	आवश्यक सामग्री छोटा पात्र, बड़ा पात्र
बच्चों को दोनों पात्र दिखाएँ—एक स्पष्टतः दूसरे से बड़ा हो। उनसे पूछिए कि केवल एक बार देख कर वे कैसे जान गए कि एक पात्र दूसरे से बड़ा है। वे जबाब में ऊँचाई और चौड़ाई के स्पष्ट अंतर का हवाला देंगे। उनसे यह अनुमान लगाने के लिए कहिए कि बड़ा पात्र दूसरे से कितना बड़ा है। यह आयतन के ही रूप में पूछिए। उन्हें ऐसा उपाय बताने के लिए कहें जिससे कि सही उत्तर प्राप्त किया जा सके।	उत्साह पा कर कुछ बच्चे कह सकते हैं कि बड़े जार में छोटे जार से पानी भर-भर कर डालने से पता लग सकता है कि उसमें कितना पानी समाता है। बच्चों ने सापेक्ष आकार के बारे में जो अनुमान लगाया हो उसे दर्ज कर लें। अब बच्चों के एक समूह को ऊपर सुभाए गए तरीके से परिशुद्ध प्रयोगात्मक तुलना करने की अनुमति दें। बच्चों को बताएँ कि इस तरह की तुलना पिछले पात्रों के आयतनों के लिए उपयोगी है।	

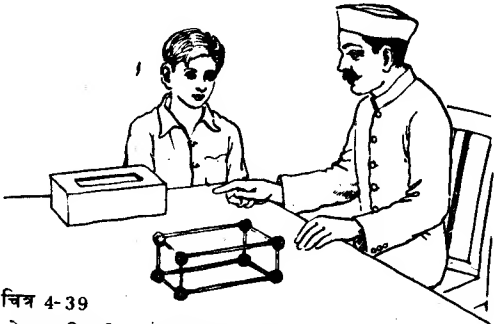
अन्वेषण	क्या दो पात्रों के आयतनों की तुलना की जा सकती है ?	आवश्यक सामग्री समान आयतन लेकिन विभिन्न आकृति के दो पात्र
दो ऐसे पात्र प्राप्त करें जिनका आयतन समान ही हो लेकिन उनकी आकृति में बहुत अंतर हो। विद्यार्थियों से पूछें कि कौन-सा पात्र बड़ा है। पात्रों का चयन जान-बूझ कर इस तरह किया जाए कि इसके बारे में मतभेद हो सके। चर्चा के द्वारा विद्यार्थियों को इस	निष्कर्ष पर पहुँचने दीजिए कि वे खुद जाँच कर के मालूम कर सकते हैं कि किस पात्र में अधिक पानी आता है और इसलिए किसका आयतन अधिक है। यदि पात्रों से पानी चूता हो तो बालू या बारीक कंकड़ी का इस्तेमाल करें।	

बच्चों से यह विचार करने के लिए कहें कि क्या पानी पीने के सभी गिलासों का आयतन समान होता है। क्या चाय के सभी प्यालों का आयतन समान होता है ?

### 1 (ग). सरल आकृतियों का आयतन निकालना आसान होता है

अधिकतर बच्चे जानते हैं कि सरल आकृति वाले आयताकार ब्लॉक का आयतन कैसे ज्ञात किया जाता है। यह लंबाई, चौड़ाई और ऊँचाई को गुणा कर के निकाला जाता है। ये तीनों विमितियाँ एक ही इकाई में होनी चाहिए। यहाँ आयतन का हिसाब लगाने के लिए सरल से सरल उदाहरणों में ही दिलचस्पी ली जानी चाहिए। इस तरह की चीजों में आयताकार ब्लॉक जैसे ईंट या लकड़ी के ऐसे आयताकार

खंड जिन के सभी कोण समकोण हों लेने चाहिए। इस उप-संकल्पना का उद्देश्य यह नहीं है कि बच्चों को सरल आयताकार ठोस पदार्थों का आयतन निर्धारित करने का तरीका रटवा दिया जाए। बल्कि इसका उद्देश्य यह है कि नियमित आकृति के ठोस पदार्थों के आयतन के बारे में स्वयं विचार करने में विद्यार्थियों को सहायता दी जाए। यहाँ पर कुछ प्रयोग सुझाए जा रहे हैं जिनसे उन्हें अपनी विचारधारा के आधार पर इस अवबोध तक पहुँचने में सहायता मिल सके :

प्रदर्शन	आयताकार ब्लॉक के आयतन से क्या तात्पर्य है ?	<b>आवश्यक सामग्री</b> प्याल या सीधी छड़ियाँ, मुलायम चिकनी मिट्टी, सेलोफेन, पतला कपड़ा या कागज
<p>जैसा चित्र 4-39 में दिखाया गया है, प्याल और चिकनी मिट्टी से एक आयताकार 'ब्लॉक' की ठठरी बनाइए। बच्चों को यह कल्पना कर सकने में सहायता दीजिए कि यह ईंट-जैसे ब्लॉक की आकृति का ढाँचा मात्र है। यह बता सकने में उनकी सहायता कीजिए कि ब्लॉक के आकार की ऐसी वस्तु के आयतन का क्या अर्थ होता है। यदि संभव हो तो ब्लॉक के आयतन की संकल्पना को अधिक वास्तविक बनाने के लिए इस 'ठठरी ब्लॉक' पर सेलोफेन या लगभग पारदर्शक कागज अथवा कपड़ा लपेट दें।</p>		 <p>चित्र 4-39 जो वस्तु जितनी जगह घेरती है वह उसका आयतन होता है।</p>

अन्वेषण	हम खोलले ब्लॉक के आयतन की माप कैसे कर सकते हैं ?	<b>आवश्यक सामग्री</b> गत्ते का छोटा डिब्बा, चीनी के क्यूब (घनाकार टुकड़े)
<p>बच्चों को गत्ते का एक छोटा डिब्बा दिखाएँ। जहाँ तक संभव हो, उसकी लंबाई 10 सेंटीमीटर, चौड़ाई 6 सेंटीमीटर और ऊँचाई 3 या 4 सेंटीमीटर रहे। बच्चों से डिब्बे के आयतन का अनुमान लगाने के लिए कहें। अधिकतर बच्चे कुछ नहीं बता पाएँगे।</p>		<p>उन्हें सुझाएँ कि यदि वे इस प्रश्न का उत्तर इस रूप में देने की कोशिश करें तो आयतन की बात समझ में आ जाएगी—“आयतन की कितनी मानक इकाइयाँ इस डिब्बे में समा जाएँगी” ? सुझाइए कि वे 'आयतन की इकाई' के रूप में चीनी के घनाकार टुकड़ों का या</p>



इस तरह के ब्लॉकों का इस्तेमाल करें जो आकार और आयतन में एक-जैसे हों और पर्याप्त संख्या में उपलब्ध हों। अब चित्र 4-40 के अनुसार अज्ञात आयतन के डिब्बों में चीनी के घनाकार टुकड़े (या दूसरे आयतन मानक) जमाकर रखने में विद्यार्थियों की सहायता कीजिए। डिब्बे को पूरा भरने के लिए कितने घनाकार टुकड़े चाहिए? डिब्बे का वर्णन इस तरह कीजिए कि इसका आयतन इतने चीनी-घनों के बराबर है। अब इन घनों की भुजा की लंबाई को मानक इकाई मानते हुए डिब्बे की भीतरी विमितियों की माप करें। लंबाई, चौड़ाई और ऊँचाई को गुणा करें। इसका गुणनफल डिब्बे के आयतन के बराबर होगा। इसकी तुलना घनों की संख्या गिन कर निर्धारित किए गए आयतन से कराएँ और देखें कि क्या इन दोनों में कोई अंतर है? (यदि आयतन ज्ञात करने के इन दोनों तरीकों के परिणामों में उल्लेखनीय अंतर है तो बच्चों को बताएँ कि चीनी के घनाकार टुकड़ों को रखते समय उनके बीच-बीच में कुछ जगह खाली रह गई होगी।)



चित्र 4-40

एक डिब्बे के आयतन का अनुमान इस बात से लगाया जा सकता है कि उसमें कितने मानक ब्लॉक समाएँगे।

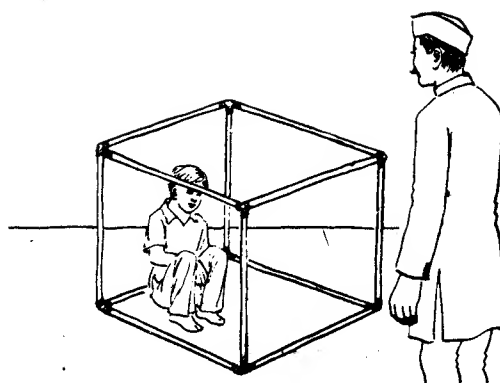
चीनी-घनों के डिब्बे में घनों की कतारों की संख्या, स्तंभों की संख्या और परतों की संख्या गिनें। तीनों संख्याओं को गुणा करें। इससे क्या डिब्बे के चीनी-घनों की संख्या निकल आती है?

1 (घ). एक घन-मीटर, आयतन का अभिस्वीकृत मानक है। ये विद्यार्थी लंबाई और अन्य विमितियों के मीटरी मानक का परिचय प्राप्त कर चुके हैं। लंबाई के मानक के रूप में मीटर का और क्षेत्रफल के मानक के रूप में वर्गमीटर का इस्तेमाल करने के ये आदी हो चुके हैं। अब इन्हें आयतन के मानक के रूप में घन मीटर से परिचित होने का अवसर मिलेगा। ये घन मीटर की सुविधाजनक छोटी भिन्नों के बारे में भी जानेंगे, ठीक वैसे ही जैसे इन्होंने सेंटीमीटर और मिली-

मीटर, वर्ग सेंटीमीटर और वर्ग मिलीमीटर की जानकारी प्राप्त की थी। ये आयतन की, विशेषकर द्रव मापने की अत्यंत सामान्य इकाई लिटर के बारे में भी सीखेंगे। 10 सेंटीमीटर की लंबाई, चौड़ाई और ऊँचाई वाले घन का आयतन एक लिटर के बराबर होता है, अर्थात् 1000 घन सेंटीमीटर के बराबर। आगे कुछ प्रयोग दिए जा रहे हैं, जो आयतन मापने में काम आने वाली आधुनिक मानक इकाइयों से विद्यार्थियों को परिचित कराने में सहायक होंगे।

प्रदर्शन	घन मीटर का क्या अर्थ है?	आवश्यक सामग्री एक-एक मीटर लंबी बारह पतली छड़ियाँ, डोरी
बारह पतली छड़ियों को घन का आकार देने के लिए उन्हें डोरी से बाँधें। बताएँ कि यह एक ऐसा		

घन है जिसका हर सिरा एक मीटर लंबा है। दूसरे शब्दों में, इसका आयतन एक वर्ग मीटर के बराबर है। एक बच्चे को इस खोखले घन के भीतर झुक कर घुसने के लिए कहें। देखिए, उसका आयतन घन मीटर से कितना छोटा है। बच्चों से पूछें कि स्कूल के कमरे के भीतर स्तरी जगह घेरने के लिए इस तरह के कितने घन मीटरों की आवश्यकता होगी। देखिए चित्र 4-41।



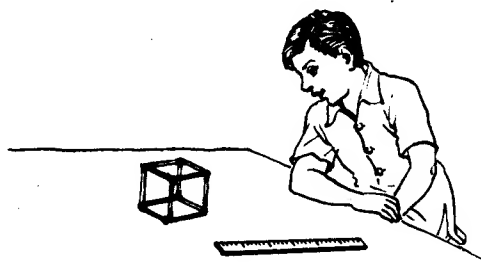
चित्र 4-41

एक डिब्बे, जिसका प्रत्येक किनारा एक मीटर लंबा हो, का आयतन एक घन मीटर होता है।

**अन्वेषण****लिटर का क्या अर्थ है ?**

**आवश्यक सामग्री**  
भूसा, चिकनी मिट्टी या मोम

अलग-अलग बच्चों को “घन के ढाँचे” बनाने में सहायता दें—घनों का प्रत्येक किनारा 10 सेंटीमीटर का हो। बताएँ कि इतना आयतन एक लिटर के बराबर है। लेकिन यह आवश्यक नहीं कि एक लिटर के आयतन की आकृति घन जैसी हो। वह किसी भी आकृति का हो सकता है। विद्यार्थियों से हिसाब लगा कर बताने के लिए कहें कि एक लिटर में कितने घन सेंटीमीटर होते हैं? (1000 घन सेंटीमीटर एक लिटर के बराबर होता है)। एक घन मीटर में कितने लिटर होते हैं? (1000 लिटर का एक घन मीटर होता है)। यह भी बताएँ कि एक लिटर पानी या दूध का भार लगभग एक किलोग्राम के बराबर होता है। देखिए चित्र 4-42।



चित्र 4-42

एक घन, जिसका प्रत्येक किनारा 10 सेंटीमीटर का हो, का आयतन एक लिटर के बराबर होता है।

चर्चा कीजिए कि छोटी वस्तुओं के लिए घन सेंटीमीटर आयतन का एक उपयोगी मानक है। बताएँ कि एक घन सेंटीमीटर पानी या दूध का भार लगभग एक ग्राम के बराबर होता है।

**2. घनत्व की संकल्पना पदार्थों के वर्णन करने में उपयोगी है**


चौथी कक्षा के विद्यार्थी आयतन और भार की संकल्पनाओं से परिचित हो चुके हैं। घनत्व की संकल्पना में वस्तु के ये दो

गुणधर्म समाहित कर दिए गए हैं। बच्चे इस संकल्पना के सामान्य स्वरूप से परिचित हो चुके हैं, यद्यपि आम तौर से वे उसके लिए प्रयुक्त सही शब्द घनत्व नहीं जानते। इसके अतिरिक्त संभव है कि विद्यार्थी इस तथ्य से अवगत न हों कि वे दैनिक जीवन में इस संकल्पना का उपयोग करते रहते हैं। आगे दी गई उपसंकल्पनाओं का उद्देश्य यह है कि बच्चे घनत्व की अर्थपूर्ण संकल्पना विकसित करने के अपने परिचित अनुभवों का और भार तथा आयतन के अपने अवबोध का पूरा लाभ उठा सकें।

2 (क). विभिन्न पदार्थों से बनी वस्तुओं का आयतन भले ही समान हो पर उनका भार अलग-अलग होता है एक ही आयतन वाली सभी वस्तुओं का भार समान हो, यह आवश्यक नहीं है। एक घन सेंटीमीटर लोहे का भार

एक घन सेंटीमीटर लकड़ी के भार से अधिक होता है। भार गुरुत्व-बल है। गुरुत्व-बल पिण्ड के प्रत्येक कण पर क्रिया करता है। जिस पिण्ड में अधिक कण या भारी कण होते हैं उसे गुरुत्व-बल अधिक आकर्षित करता है। इसलिए उसका भार अधिक होता है। जिस पिण्ड में संख्या में कम या हल्के वजन के कण होते हैं उनका भार कम होता है। दो वस्तुओं का आयतन एक ही हो, फिर भी उनके भार में अंतर हो सकता है। परिचित ठोस पदार्थों में एक निश्चित आयतन का सोना उसी आयतन के अन्य पदार्थों से भारी होता है। अल्युमिनियम का एक ब्लॉक उसी आकार के लोहे के ब्लॉक से हल्का होता है। इस तरह के प्रयोगों द्वारा ऐसे अंतर बच्चों के सामने स्पष्ट रूप से रखे जा सकते हैं।

अन्वेषण	विभिन्न पदार्थों के समान आकार के ब्लॉकों के भार की तुलना कैसे हो सकती है ?	आवश्यक सामग्री ईट, लोहे का छोटा ब्लॉक, लकड़ी का छोटा ब्लॉक, पलड़े वाला तराजू
	लोहे या किसी अन्य धातु का आयताकार आकृति का एक टुकड़ा दिखाएँ। लोहे के खंड के ही आकार का लकड़ी का एक टुकड़ा तैयार कराएँ। ईट का टुकड़ा लेकर काटें और उसे दूसरे दो टुकड़ों के आकार का बना लें। अब तराजू के एक पलड़े में लोहे का टुकड़ा रखें और दूसरे में लकड़ी का टुकड़ा। उनके	भार की तुलना करें। ईट के टुकड़े का भी भार ज्ञात करें। उनके भारों की परस्पर तुलना करें। विद्यार्थियों को आगे बढ़ कर स्वयं यह प्रेक्षण करने के लिए उत्साहित करें कि इन सभी टुकड़ों का आयतन समान होने के बावजूद उनके भार में समानता नहीं है।

अन्वेषण	क्या समान भार की दो वस्तुओं के आयतन में भिन्नता हो सकती है ?	आवश्यक सामग्री पलड़ेवाला तराजू, एक आकृति के धातु के दो डिब्बे या जार
	तराजू के एक पलड़े पर पानी से ऊपर तक भरा एक डिब्बा रखें। दूसरे पलड़े पर एक खाली डिब्बा और इतने पत्थर रखें कि दोनों पलड़ों का भार समान हो जाए। स्पष्ट है कि एक पलड़े पर पानी का उतना ही भार है जितना कि दूसरे पर पत्थरों का। भार की	

चित्र 4-43

पानी तथा पत्थर का भार समान होता है किन्तु उनके आयतन भिन्न होते हैं।

समानता की ओर बच्चों का ध्यान खींचें। अब उनसे पूछें कि क्या दो प्रकार के इन पदार्थों, पानी और पत्थर का आयतन भी समान है। विद्यार्थियों से कहें कि वे उस डिब्बे का निरीक्षण करें जिसमें पत्थर रखे हैं। वे देखेंगे कि इस डिब्बे में अभी बहुत-सी जगह

खाली पड़ी है। स्पष्ट कर दें कि पानी और पत्थरों का भार समान है फिर भी पानी की तुलना में पत्थरों में यह भार कम आयतन में केन्द्रित है। देखिए चित्र 4-43।

पत्थर, लोहा, लकड़ी, मुड़ा कागज सरीखी विभिन्न सामग्रियों से एक ही आकार के अनेक पैकेट तैयार करें। बच्चों को बुला कर कहें कि वे पैकेटों को हाथ में लेकर और उनके भार का अनुमान लगा कर बताएँ कि किस पैकेट में क्या है। इस प्रकार वे निश्चित आयतन के पैकेटों के भार के आधार पर अपना निर्णय कर रहे हैं।

## 2 (ख). मिश्र-मिश्र द्रवों के समान आयतनों का भार मिश्र-मिश्र हो सकता है

ऊपर जो प्रयोग सुझाए गए थे वे समान आकार की लेकिन मिश्र सामग्रियों से बनी ठोस वस्तुओं के भारों में विभिन्नता से संबंधित थे। यही सामान्य विचार द्रवों के बारे में भी सत्य है।

यद्यपि संकल्पना लगभग वैसी ही है तथापि बच्चों के सामने स्पष्ट करने की कुछ दूसरी ही विधि अपनाई गई है। यहाँ कुछ प्रयोग सुझाए जा रहे हैं जो उनको यह उपसंकल्पना समझाने में उपयोगी साबित होंगे।

अन्वेषण	क्या विभिन्न द्रवों के समान आयतनों के भार में भिन्नता होती है ?	आवश्यक सामग्री टीन के एक-से दो डिब्बे या जार, विभिन्न द्रव, पलड़ों वाला तराजू
	विभिन्न द्रवों से भरे एक-जैसे दो डिब्बों के भार की तुलना पलड़े वाले तराजू की सहायता से कीजिए। सामान्य और उपयोगी द्रव हैं—पानी, मिट्टी का तेल, पेट्रोल, घी, शरबत, शहद, नमक का सांद्र घोल। तोलने के लिए पलड़ोंवाला तराजू या किसी और किस्म का तराजू जितनी सुग्राही हो उतना ही अच्छा	है। यदि युक्तिसंगत सावधानी बरती जाए तो तौल कर दिखाया जा सकता है कि सभी द्रवों का आयतन बराबर होने पर भी पेट्रोल-जैसे कुछ अत्यंत सामान्य हलके द्रवों का भार शरबत अथवा सांद्र नमकीन पानी के भार की तुलना में कम बैठता है।

अन्वेषण	क्या कुछ द्रव दूसरों से भारी होते हैं ?	आवश्यक सामग्री सामान्य तेल, काँच का जार
	पानी और मिट्टी का तेल अथवा घी सरीखा कोई सामान्य तेल आयतन की दृष्टि से बराबर-बराबर माप लें। दोनों को काँच के जार में सावधानी से इस तरह डालें कि उनका अधिक मिश्रण न होने पाए। तेल पानी के ऊपर तैरने लगेगा। यद्यपि विद्यार्थियों	ने अभी तैरने के सिद्धांत का अध्ययन नहीं किया है तथापि वे इस कल्पना से सुपरिचित हैं कि हल्की चीजें पानी पर तैरती हैं और भारी चीजें पानी में डूब जाती हैं। इस सिद्धांत को तेल और पानी जैसे द्रवों पर लागू करने में उनकी सहायता करें।

## 2 (ग). पदार्थ का घनत्व सामग्री के किसी मानक आयतन के भार के रूप में प्रकट किया जाता है

आयतन की प्रति इकाई का भार के रूप में घनत्व की परिभाषा की जाती है। यह परिभाषा यद्यपि यथावत सही है तथापि इतनी अधिक छोटी है कि चौथी कक्षा के विद्यार्थी उसे

अच्छी तरह ग्रहण नहीं कर पाएँगे। अतः इसी लक्ष्य तक पहुँचने के लिए शुरुआत के रूप में यह उपसंकल्पना प्रस्तुत की जा रही है। यहाँ कुछ प्रयोग दिए जा रहे हैं जो घनत्व की संकल्पना के अवबोध की दिशा की ओर अग्रसर होने में विद्यार्थियों की सहायता करेंगे।

चर्चा	घनत्व से क्या तात्पर्य है ?
पिछली दो उपसंकल्पनाओं के अंतर्गत दिए गए प्रयोगों के मूल विचारों की याद बच्चों को दिलाइए। और कीजिए कि उन प्रयोगों में विभिन्न पदार्थों या वस्तुओं के आयतनों में समानता होने के प्रतिकूल उनके भारों में विभिन्नता की ओर ध्यान खींचा गया था। दूसरे शब्दों में, आयतन की निश्चित इकाई के भार की ओर ध्यान दिया गया था। यह आयतन यथावत कितना था, इससे कोई अंतर तब तक नहीं	पड़ता जब तक विचाराधीन सभी वस्तुओं और पदार्थों का आयतन बराबर रहता है। इस बात को दूसरे शब्दों में फिर दोहराएँ। बच्चों को अपनी शब्दावली में इसका वर्णन करने के लिए आमंत्रित करें। इस तरह के वाक्यांशों का प्रायः इस्तेमाल करें—“आयतन की निश्चित मात्रा का भार” अथवा “आयतन की हर मानक इकाई का भार”। यह घनत्व की संकल्पना का मूल है।

बच्चों को कुछ सामान्य सामग्रियों के घनत्व के बारे में यह जानकारी है :

पानी	एक किलोग्राम प्रति लिटर या एक ग्राम प्रति घन सेंटीमीटर।
पेट्रोल	(लगभग) 700 ग्राम प्रति लिटर या 0.7 ग्राम प्रति घन सेंटीमीटर।
लोहा	(लगभग) 10 ग्राम प्रति घन सेंटीमीटर।
पत्थर (प्रकारात्मक)	2 या 3 ग्राम प्रति घन सेंटीमीटर।
लकड़ी (प्रकारात्मक)	0.3—0.8 ग्राम प्रति घन सेंटीमीटर।

बताएँ कि ये सभी अंक सामग्री के आयतन की समान इकाई पर आधारित हैं और यह इकाई मापन की मीटरी पद्धति का मानक अंश है।

## 2 (घ). घनत्व के मानक के रूप में पानी का व्यवहार होता है

जब 19वीं शताब्दी के आरंभ में मीटरी पद्धति विकसित की गई थी तब पानी का घनत्व एक किलोग्राम प्रति लिटर अथवा एक ग्राम प्रति घन सेंटीमीटर मानक के रूप में स्वीकार किया गया था। आज भी यह व्यावहारिक दृष्टि से सही है।

घनत्व के लिए यह एक सुविधाजनक निर्देश बिन्दु है, क्योंकि इसका मान एक सरल संख्या (1) है और पानी एक सुलभ सामान्य पदार्थ है। यहाँ कुछ प्रयोग बताए जा रहे हैं जो यह देखने में विद्यार्थियों की सहायता करेंगे कि पानी के घनत्व को एक ग्राम प्रति घन सेंटीमीटर के रूप में व्यक्त करना कितना सुविधाजनक है।

प्रदर्शन	कितने विभिन्न तरीकों से पानी का घनत्व व्यक्त किया जा सकता है ?	आवश्यक सामग्री सामान्य पात्र, तुला
<p>पानी का आयतन प्याला, चम्मच, घन इंच, घन सेंटीमीटर और बूंद जैसी आयतन की सामान्य इकाइयों में मापें। यदि इनकी माप में कठिनाई आए तो विद्यार्थियों को रेखांकनों के माध्यम से यह विचार समझाएँ। उपर्युक्त आयतनों के प्रकारात्मक (टिपिकल) मान ये हैं:</p> <p>प्याला (भर पानी) 200 ग्राम चम्मच (भर पानी) 4 ग्राम</p>	<p>घन इंच (भर पानी) 16 ग्राम से कुछ ही अधिक घन सेंटीमीटर (भर पानी) 1 ग्राम बूंद (भर पानी) <math>\frac{1}{20}</math> ग्राम</p> <p>इन अंकों से बच्चों को यह समझने में सहायता मिलेगी कि घनत्व की संकल्पना के लिए "आयतन की मानक इकाई" के रूप में घन सेंटीमीटर का उपयोग बहुत सुविधाजनक है।</p>	

चर्चा	घनत्व के लिए पानी इतना उपयोगी मानक क्यों है ?
<p>उपसंकल्पना 2 (ग) के अंतर्गत प्रस्तावित प्रयोग के सिलसिले में दी गई आधार-सामग्री देखें। इस बार चर्चा में विद्यार्थियों से पूछें कि घनत्व के लिए</p>	<p>कौन-सी सामग्री सब से सुविधाजनक मानक हो सकती है। संबंधित संख्या (1) की सरलता के कारण विद्यार्थी पानी को ही घनत्व की मानक इकाई चुनेंगे।</p>

### 3. द्रवों में भार होता है इसलिए उनमें बल होता है

कक्षा 4 के बच्चे द्रवों के बारे में काफ़ी जानकारी प्राप्त कर चुके हैं। इसमें से कुछ जानकारी उन्होंने दैनिक जीवन के सामान्य कामों के दौरान प्राप्त की है; और कुछ पिछली कक्षाओं में अध्ययन के दौरान। स्रोत चाहे जो रहा हो, ये विद्यार्थी जानते हैं कि द्रव उँड़े जा सकते हैं और वे अपने पात्र की आकृति ग्रहण कर लेते हैं। वे जानते हैं कि द्रव अन्य अनेक सामग्रियों को अपने में विलीन कर लेते हैं। वे जानते हैं कि यथेष्ट शीतलीकरण होने पर कुछ द्रव ठोस का रूप ग्रहण कर लेते हैं। पानी के बारे में वे यह भी जानते हैं कि उचित परिस्थितियों में पानी वाष्प में भी परिवर्तित हो जाता है।

अब विद्यार्थी द्रव के अन्य लक्षणों के बारे में सीखने की स्थिति में आ गए हैं। विशेष रूप से यहाँ पर उन दबावों की और ध्यान केन्द्रित किया जा रहा है जो द्रव के भीतर विद्यमान



होते हैं। यहाँ केवल साधारणतम स्थितियों पर ध्यान दिया गया है—केवल ऐसी स्थितियाँ जिन में द्रव अपने ही भार के कारण बल लगाता है। ये विषय अपने आप में मूल्यवान हैं और रोचक भी। इसके अतिरिक्त उन संबंधित विषयों की पृष्ठभूमि भी तैयार हो सकेगी जिनकी चर्चा कक्षा 5 में की गई है। ये विषय तैरती वस्तुओं के व्यवहार और आर्किमिडीज़ सिद्धांत से संबंधित हैं। आगे दी गई उपसंकल्पनाएँ इस तरह व्यवस्थित की गई हैं कि विद्यार्थियों को द्रव के भीतरी दबाव के बारे में मूलभूत अवबोध ग्रहण करने में सुविधा हो जाए।

#### 3 (क). द्रव की सतह के नीचे बल होता है

पानी में दो या तीन मीटर की गहराई तक जा कर तैरने वाले जानते हैं कि इतनी गहराई पर पानी का दबाव महसूस होने लगता है। यह दबाव कान पर हल्का-हल्का जान पड़ता है। बहुत-से लोगों के लिए लगभग पाँच मीटर की गहराई

पर यह दबाव इतना कष्टप्रद हो जाता है कि वे इससे गहरे नहीं डूबते। साधारण “गोताखोरों” और गहरे समुद्र के गोताखोरों के लिए जरूरी हो जाता है कि वे इस दबाव का प्रतिकार करने के लिए कोई व्यवस्था करें। कक्षा 4 के अधिकतर विद्यार्थी पानी में कुछ मीटर की गहराई तक नहीं उतरे

होंगे और उनमें से बहुत ही कम ऐसे होंगे जिन्हें भविष्य में भी समुद्र में गहरे उतरने का अवसर मिल सकेगा। क्योंकि विद्यार्थी इस तरह के व्यक्तिगत अनुभव से वंचित हैं, इसलिए उन्हें यह उपसंकल्पना समझाने के लिए अन्य प्रकार के प्रयोगों का आयोजन करना चाहिए।

अन्वेषण	क्या पानी की सतह के नीचे बल होता है ?	<b>आवश्यक सामग्री</b> सेलोफोन का या पतले प्लास्टिक का थैला, कम-से-कम 30 सेंटीमीटर गहरा जार या काँच का चौकोर पात्र
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>चित्र 4-44 क, ख पानी की सतह के नीचे बल होने के कारण प्लास्टिक के थैले से हवा बाहर निकल आती है।</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>एक विद्यार्थी का हाथ पतले प्लास्टिक के थैले में लपेटे अथवा सेलोफोन या किसी अन्य पतले, साफ प्लास्टिक को उसके हाथ पर लपेटें। लपेट बहुत ढीली होनी चाहिए ऐसी जैसा कि चित्र 4-44 में दिखाया गया है ताकि कलाई के पास से हवा आसानी से बाहर निकल या भीतर जा सके। अब विद्यार्थी से कहें कि वह जार या काँच के पात्र में हाथ डाले—</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>जितना गहरा संभव हो उतना। पानी के दबाव के कारण कलाई के पास से, जहाँ लपेटन ढीली है, अधिकतर हवा बाहर निकल जाएगी। विद्यार्थी महसूस करेगा कि प्लास्टिक उसके हाथ से कस कर चिपकने लगता है। अब इस विद्यार्थी से कहें कि वह इस अनुभव को कक्षा के अन्य बच्चों को बताए।</p> </div> </div>		

अन्वेषण	इसका प्रमाण क्या है कि पानी के नीचे बल विद्यमान है ?	<b>आवश्यक सामग्री</b> बड़ा जार (हो सके तो काँच का), पतले प्लास्टिक का थैला
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>थैले में हवा भर कर उसका मुँह बंद कर दें। मुँह इस प्रकार बंद किया जाना चाहिए कि थैले पर पानी का दबाव पड़ने पर हवा निकल सके। अब इस फूले</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>हुए थैले को पानी के भीतर ले जाएँ। कक्षा को यह गौर करने के लिए उत्साहित करें कि कोई चीज़ थैले की हवा को बाहर निकालने के लिए विवश कर रही</p> </div> </div>		

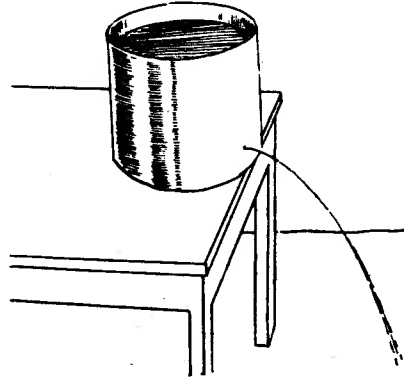


है जैसा कि चित्र 4-45 में दिखाया गया है। यह कोई चीज पानी का वह दबाव ही है जो पानी की सतह के नीचे विद्यमान है।



चित्र 4-45 क. ख  
पानी की सतह के नीचे का दबाव प्लास्टिक के इस थैले के भीतर की हवा को बाहर निकलने के लिए विवश कर देता है।

एक ऊँचे डिब्बे के बगल में पेंदी के पास बारीक छेद करें जैसा चित्र 4-46 में दिखाया गया है। डिब्बे में पानी भरें और शौर करें कि छेद से पानी केवल गिरता ही नहीं, बल्कि शब्दशः फौहारा-सा छूटता है। ऐसा इसलिए हो रहा है कि डिब्बे के पानी में भीतर बल विद्यमान है।



अच्छी तरह समझने के लिए

बच्चे और बहुत-से वयस्क भी “बल” की जगह “दबाव” शब्द का और “दबाव” की जगह “बल” शब्द का व्यवहार करते हैं। अवबोध के इस स्तर पर यह गंभीर त्रुटि नहीं है।

लेकिन सच तो यह है कि ‘बल’ और ‘दबाव’ एक ही नहीं हैं। विद्यार्थी ‘बल’ से परिचित हो चुके हैं। यह अक्सर “घक्का” या “कर्षण” के रूप में व्यक्त किया जाता है और पेशियों या




मशीनों द्वारा, अथवा कभी-कभी गुरुत्व द्वारा भी लगाया जाता है। इस मुख्य संकल्पना में पानी के भीतरी बल की चर्चा की जा रही है क्योंकि पानी में भार होता है और यह गुरुत्व के कारण होता है। यह बल, ग्राम या किलोग्राम जैसी बल की इकाइयों से मापा जा सकता है। उदाहरण के लिए, साधारण डिब्बे में एक लिटर पानी हो तो पेंदी पर कुल एक किलोग्राम भार लग रहा होता है क्योंकि एक लिटर पानी का भार एक किलोग्राम होता है। होना भी यही चाहिए, क्योंकि बल पानी के भार के कारण उत्पन्न हो रहा है।

लेकिन दबाव एक अलग ही चीज़ है। क्षेत्रफल की इकाई पर लगने वाले बल के रूप में दबाव की परिभाषा की जाती है। इसलिए वह इस रूप में व्यक्त किया जाता है—प्रति वर्ग मीटर इतने किलोग्राम बल, अथवा प्रति वर्ग सेंटीमीटर इतने ग्राम बल। ध्यान दीजिए कि दबाव की संकल्पना किसी निश्चित क्षेत्रफल पर बल के वितरण के ढंग से संबंधित है। मान लीजिए कि ऊपर जिस डिब्बे का चित्र आया है उसके पेंदे का क्षेत्रफल 50 वर्ग सेंटीमीटर है। तब एक किलोग्राम का पूरा बल इस समूचे क्षेत्रफल पर पड़ रहा है। अतः दबाव होगा 50 वर्ग सेंटीमीटर क्षेत्रफल पर 1 किलोग्राम (1000 ग्राम) बल या प्रति वर्ग सेंटीमीटर पर 20 ग्राम बल, अथवा 20 ग्राम-बल 1 वर्ग सें. मी. (ग्राम-बल प्रति वर्ग सेंटीमीटर)।

कक्षा 4 के विद्यार्थियों के लिए इतना ब्यौरा बहुत अधिक हो जाएगा। इस मुख्य संकल्पना में अधिकतर स्थानों में चाहे “बल” शब्द का व्यवहार किया गया हो या “दबाव” शब्द का, प्रत्येक दशा में वे बिल्कुल सही जगह पर सही रूप में आए हैं। यदि विद्यार्थी इस बारे में कोई सवाल नहीं उठाएँ तो उचित होगा कि शिक्षक भी बल और दबाव के भेद का सवाल न उठाए। अधिक आवश्यक यह है कि विद्यार्थी इस सामान्य विचार से परिचित हो जाएँ कि पानी की सतह के नीचे बल होता है और दबाव भी होता है।

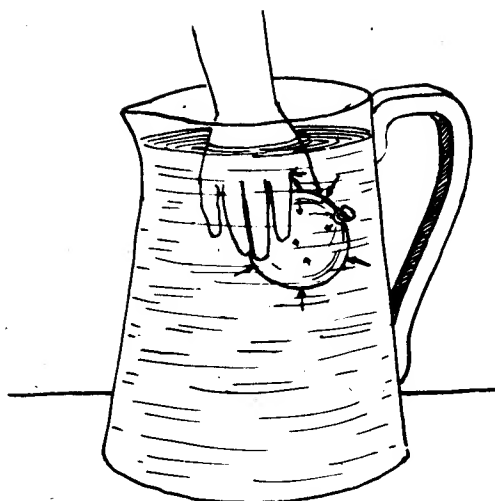
### 3 (ख). किसी भी निश्चित गहराई पर द्रव के भीतर का बल सभी दिशाओं में बराबर लगता है

पिछली उपसंकल्पना में विद्यार्थी सीख चुके हैं कि पानी की सतह के नीचे बल और दबाव दोनों होते हैं। वे जानते हैं कि यह बल पानी के भार के कारण है। परिणामतः उनके लिए यह देख सकना कठिन नहीं है कि द्रव वाले पात्र की पेंदी पर यह अधोमुख बल कैसे उत्पन्न होता है। परंतु उनके लिए यह समझ सकना कठिन होगा कि यह बल दूसरी दिशाओं में भी, जैसे बगल में, ऊपर और नीचे की ओर भी लगता है। यहाँ कुछ प्रयोग बताए जा रहे हैं जो विद्यार्थियों को यह प्रतीत कराने में सहायक होंगे कि किसी निश्चित गहराई पर दबाव सभी दिशाओं में समान होता है।

अन्वेषण	पानी के नीचे का बल किस दिशा में लगता है ?	आवश्यक सामग्री बड़ा जार (हो सके तो काँच का), गोल गुब्बारा
<p>एक बहुत छोटा गोल रबड़ का गुब्बारा फुलाएँ। विद्यार्थियों को दिखाकर पानी के पात्र में जितना संभव हो उतना नीचे तक डुबाएँ। बताएँ कि पानी के नीचे का दबाव यदि केवल नीचे की ओर लगता होता तो गुब्बारे को कुछ चिपटा हो जाना चाहिए था। लेकिन यदि दबाव चारों ओर पड़ता है तो गुब्बारा थोड़ा छोटा हो जाएगा लेकिन उसकी मूल आकृति</p> <p>चित्र 4-47 क, ख सभी ओर से दबाव पड़ने के कारण गुब्बारा थोड़ा छोटा हो गया है।</p>		

पहले जैसी ही रहेगी, जैसा चित्र 4-47 में देखा जा सकता है। बच्चे खुद देखकर यह बता सकेंगे कि गुब्बारा चपटा नहीं हुआ है। इसलिए पानी के नीचे का दबाव निश्चय ही सभी दिशाओं में लगता है।

(नोट :—गुब्बारा अत्यंत छोटा नहीं हो तो बर्तन के कारण पानी में वह चिपटा दिखेगा)।



चित्र 4-45 के साथ ऊपर जो प्रयोग दिया गया है उसे दोहराएँ। इस बार प्रयोग करने वाले को गौर करने दें कि पानी के नीचे अपने हाथ पर जो दबाव वह अनुभव करता है क्या वह केवल ऊपर से पड़ रहा है या सभी दिशाओं से।

एक लंबे डिब्बे में, जिसकी पेंदी के पास एक छोटा छेद हो, पानी भरें। चित्र 4-46 देखिए। पानी बगल की ओर पिचकारी की तरह निकलता है। इससे ज्ञात होता है कि डिब्बे के भीतर उस गहराई पर दबाव बगल की ओर है।

### 3 (ग). द्रव की गहराई बढ़ने के साथ-साथ द्रव के भीतर का दबाव भी बढ़ता जाता है

विद्यार्थी पहले से जानते हैं कि पानी के भीतर का दबाव पानी के भार के कारण है। इसलिए यह देख सकना कठिन नहीं है कि पानी की गहराई जितनी अधिक होगी दबाव भी उतना अधिक होगा क्योंकि किसी निश्चित बिंदु पर पानी की जितनी गहराई होगी पानी का उतना ही अधिक भार पड़ रहा होगा। इसके आधार पर बच्चों से तर्क करना

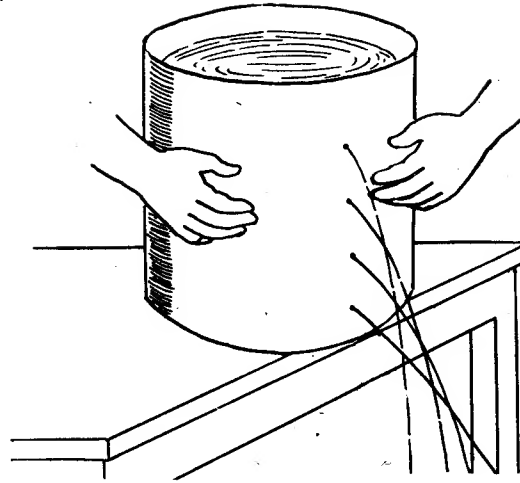
उपयोगी होगा। यदि विद्यार्थियों को इसका अर्थपूर्ण और प्रत्यक्ष अनुभव नहीं है तो यह जानकारी कारगर नहीं होगी। बहुत से मामले में प्रेक्षण से प्रारंभ करना लाभदायक होता है। इसके बाद उपर्युक्त तर्क के आधार पर विद्यार्थियों को प्रेक्षणों का महत्त्व स्पष्ट किया गया है। यहाँ पर कुछ प्रयोग बताए जा रहे हैं जिनके द्वारा विद्यार्थी अपने-आप आवश्यक प्रेक्षण कर सकते हैं।

अन्वेषण	गहराई में अंतर के साथ पानी के दबाव में कैसे परिवर्तन होता है?	आवश्यक सामग्री टीन का ऊँचा डिब्बा, कील (छेद करने के लिए)
जैसा चित्र 4-48 में दिखाया गया है, टीन के एक ऊँचे खाली डिब्बे के बगल में चार या पाँच छेद		

करें। जब बच्चे अपनी उँगलियों से छेद बंद कर दें तब डिब्बे में पानी भरें। जब उँगलियाँ हटा ली जाएँगी तो छेदों से पानी इस तरह निकलने लगेगा जैसे पिचकारी से निकलता है। गौर करें कि छेद जितना नीचे की ओर है पानी उतने ही वेग से बाहर निकलता है। इसका कारण यह है कि निचले छेदों के ऊपर पानी की गहराई अधिक है, इसलिए दबाव भी अधिक है।

चित्र 4-48

गहराई बढ़ने के साथ पानी का दबाव भी बढ़ता जाता है। इस कारण पानी निचले छेदों से अधिक वेग से बाहर निकलता है।



#### अन्वेषण

**जब पानी में बुलबुले ऊपर उठते हैं तो उनका आकार बदल क्यों जाता है ?**

#### आवश्यक सामग्री

गहरा जार (हो सके तो काँच का), लंबी, लचीली नली या पाइप का टुकड़ा

काँच के गहरे जार में पानी भरें। इस काम के लिए बड़ी बोतल—ऐसी जिसमें कुछ पेय पदार्थ भर कर बेचे जाते हैं, बहुत अच्छी रहेगी। नली के द्वारा जार के पेटे में हवा का एक छोटा बुलबुला प्रविष्ट करें। बुलबुला ऊपर की ओर आता है। सावधानी से उसके आकार का प्रेक्षण करें। जैसे-जैसे वह ऊपर की ओर उठता है वह आकार में बड़ा होता जाता है, जैसा चित्र 4-49 में दिखाया गया है। यह इसलिए बड़ा होता जाता है क्योंकि ऊपर सतह के पास पानी का दबाव कम होता है, इसलिए हवा के बुलबुले को बड़ा होने की सुविधा मिल जाती है।

चित्र 4-49

गहराई बढ़ने के साथ पानी का दबाव भी बढ़ता जाता है। इस कारण हवा के बुलबुले पानी की गहराई में छोटे होते हैं।



बहुत गहराई तक जाने वाली पनडुब्बियों की बनावट की चर्चा करें। उनके लिए इतनी अधिक मजबूती की आवश्यकता इसलिए होती है कि वे गहराई में जाने पर दबाव सहन कर सकें।

जलाशयों की तस्वीरें प्रदर्शित करें। दिखाएँ कि बाँध की दीवारें ऊपर की तुलना में नीचे की ओर अधिक मोटी हैं। यह आवश्यक है क्योंकि तल में, जहाँ पर पानी अधिक गहरा होता है, ऊपर की तुलना में अधिक दबाव होता है।

### 3 (घ). जल के भीतर का दबाव तैरती वस्तुओं को जल-तल के ऊपर ही रखता है

हर कोई जानता है कि कुछ वस्तुएँ पानी में तैरती हैं। आमतौर से लोग केवल यह कह कर उसकी व्याख्या कर देते हैं कि "यदि कोई वस्तु पानी से हल्की है तो वह तैरती है, यदि वह भारी है तो डूब जाती है"। यह परिशुद्ध व्याख्या नहीं है। इस कक्षा के विद्यार्थी जानते हैं कि यह पहले से ही बताया जा सकता है कि कोई वस्तु तैरेगी या नहीं। यह भविष्यवाणी वस्तु के घनत्व के (प्रति आयतन इकाई भार) आधार पर की जाती है। यदि किसी वस्तु का औसत घनत्व

(भरी हुई हवा समेत) पानी के घनत्व से कम है तो वह तैरती है। यदि वस्तु का औसत घनत्व पानी से अधिक है तो वह डूब जाती है। तैरने की यह अधिक व्याख्या भी स्पष्ट नहीं करती कि तैरती वस्तु को कौन-सा बल ऊपर उठाए रहता है।

बच्चे जानते हैं कि भौतिक वस्तुओं में भार होता है। वे यह भी जानते हैं कि उसके भार को कोई-न-कोई बल अवलंब देता है, अन्यथा वह वस्तु नीचे गिर जाएगी। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग दिए जा रहे हैं जो यह समझने में बच्चों की सहायता करेंगे कि कौन-सा बल तैरती हुई वस्तुओं को डूबने से रोकता है।

#### अन्वेषण

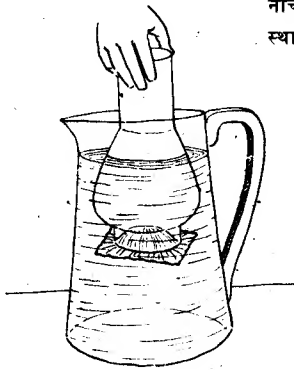
लकड़ी की तैरती हुई चकती को किस बल का अवलंब मिल सकता है ?

#### आवश्यक सामग्री

लैम्प की काँच की चिमनी,  
दो सेंटीमीटर मोटी और चिमनी  
के व्यास के बराबर लकड़ी की  
चौरस चकती, काँच का बड़ा जार,  
भारी कागज

चित्र 50

नीचे की ओर से लग रहे पानी के बल ने कागज को अपने स्थान पर ठहराया हुआ है।



काँच की चिमनी के एक सिरे पर मोटे कागज का एक टुकड़ा रखें जैसा कि चित्र 4-50 में दिखाया गया है। इसे पानी के अंदर ले जाएँ। गौर करें कि कागज अपने स्थान पर ठहरा हुआ है। यदि कागज

बहुत मोटा नहीं है तो दिखाई देगा कि पानी के भीतर के बल ने, जो कागज पर नीचे की ओर से लग रहा है, कागज को बीच में ऊपर की ओर उभार दिया है। इस ओर विद्यार्थियों का ध्यान खींचें। अब लैम्प की चिमनी हटा कर पानी के ऊपर लकड़ी की चकती रखें। वह तैरती रहेगी। विद्यार्थियों को गौर करने के लिए कहें कि चकती की निचली सतह पानी के कितने भीतर है। यह समझने में उनकी सहायता करें कि पानी ऊर्ध्वमुख बल (जिसे उत्प्लावन बल कहते हैं) चकती के पेंदे पर लगाता है, हालाँकि यह पेंदा पानी में उतने नीचे नहीं है जितने नीचे लैम्प की चिमनी थी। इस बल का स्वभाव उसी बल के स्वभाव की तरह है जिसने लैम्प की चिमनी के निचले मुँह पर रखे कागज को रोक रखा था।

बच्चों से कहें कि वे एक तैरते हुए लकड़ी के लट्टे या ब्लॉक को पानी में नीचे की ओर धकेलें। वे अपनी बाँहों पर वह ऊर्ध्वमुख बल अनुभव करेंगे जो पानी लकड़ी पर लगा रहा है।

### अच्छी तरह समझने के लिए

यदि शिक्षक प्लावन संबंधी बलों के बारे में कुछ और जानकारी प्राप्त कर लें तो उस से सहायता मिलेगी। लकड़ी के ब्लॉक में भार होता है। यह भार एक अधोमुख बल है। यदि लकड़ी को डूबना नहीं है तो उसे लकड़ी के भार के बराबर समान ऊर्ध्वमुख बल का अवलंब अवश्य मिलना चाहिए। लकड़ी पानी के भीतर जितना अधिक जाती है उसकी निचली सतह पर उतना ही अधिक ऊर्ध्वमुख बल (और दबाव) लगता है। इसलिए लकड़ी तब तक डूबती जाती है जब तक कि उसका पेंदा ऐसी स्थिति में न हो जाए कि उस पर लकड़ी के भार के बराबर उत्प्लावन बल न लगने लगे।

लकड़ी की जगह यदि धातु का ब्लॉक लिया जाए तो वह पानी में पूरी तरह डूब जाएगा। इस उदाहरण में धातु के पेंदे पर लगने वाला ऊर्ध्वमुख, उत्प्लावन बल उस के अधोमुख बल, भार से कम है। इसलिए उत्प्लावन बल धातु के आभासी भार में कमी ला देता है। यही कारण है कि पानी के भीतर भारी पत्थरों को उठाने-धरने में वे हल्के प्रतीत होते हैं। पानी का ऊर्ध्वमुख उत्प्लावन बल उन के भार कम होने का आभास

देता है। इस बारे में इसी इकाई में कक्षा 5 के स्तर पर विद्यार्थियों को बताया जाएगा।

### 3 (इ). द्रवों में स्थित बल का अभिप्राय उनके दबाव के रूप में समझा जा सकता है

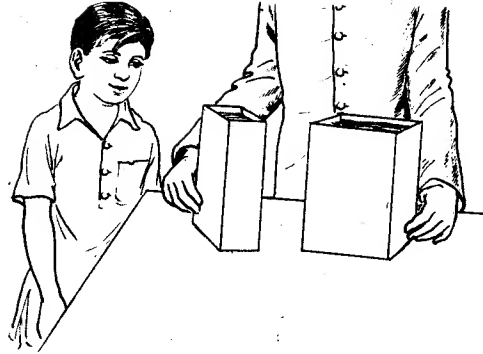
इस मुख्य संकल्पना के अंतर्गत इन पृष्ठों में 'बल' और 'दबाव' शब्दों का व्यवहार अभी तक बहुत संयत ढंग से नहीं किया गया। बहरहाल इन दोनों में महत्वपूर्ण अंतर है। (पृष्ठ 81 पर देखिए 'अच्छी तरह समझने के लिए')। दबाव की संकल्पना से बच्चों को परिचित कराने का यह अनुकूल स्थान है। दबाव एक ऐसी संकल्पना है जो बल और क्षेत्रफल दोनों से संबंधित है। प्रति इकाई क्षेत्रफल पर लगने वाले बल के रूप में दबाव की परिभाषा की जाती है। दबाव की कल्पना इस रूप में की जा सकती है कि किसी छोटे क्षेत्रफल पर कितना बल केन्द्रित है। बल किलोग्राम या ग्राम जैसी इकाइयों में व्यक्त किया जाता है। 'किलोग्राम-बल प्रति वर्ग मीटर' या 'ग्राम-बल प्रति वर्ग सेंटीमीटर' जैसे पदों से दबाव व्यक्त किया जाता है। यहाँ कुछ प्रयोग बताए जा रहे हैं जो दबाव की संकल्पना समझने में बच्चों की सहायता करेंगे।

अन्वेषण	बल और दबाव में क्या अंतर है?	आवश्यक सामग्री विभिन्न आकार के टिन के दो डिब्बे जिनके पेंदे के पास एक-एक छेद हो, छेदों में लग सकने लायक नली
<p>डिब्बों के छेद बंद करें और उसी ऊँचाई तक पानी भरें जिस ऊँचाई तक चित्र 4-51 में दिखाया गया है। हर डिब्बे के पेंदे पर लगने वाले बल की चर्चा कक्षा से करें। विद्यार्थियों को याद दिलाएँ कि पेंदे के ऊपर का बल भरे हुए पानी के भार पर निर्भर है। इसलिए बड़े डिब्बे के पेंदे पर छोटे डिब्बे के पेंदे की तुलना में अधिक बल लग रहा है। इस बात पर कक्षा की सहमति प्राप्त कर लें।</p>		<p>अब विद्यार्थियों से भविष्यवाणी करने के लिए कहें कि यदि दोनों डिब्बों को ट्यूब से जोड़ दिया जाए, जैसा कि रेखाचित्र में दिखाया गया है, तो क्या होगा। बच्चों को याद दिला दें कि जोड़े जानेवाले ट्यूब के छेदों में से एक पर दूसरे छेद की अपेक्षा जल के भीतर का भार अधिक है। बहुत से विद्यार्थियों को यह कहने का लालच होगा कि बड़े डिब्बे से छोटे डिब्बे में पानी जाने लगेगा, क्योंकि जल के भीतर वाले बलों में</p>

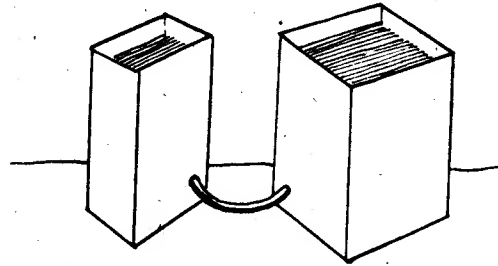
अंतर है। कुछ बच्चों को इस में संदेह होगा, क्योंकि वे जानते हैं कि पानी अपना स्तर खोज लेता है। वे सोचेंगे कि यदि ऐसी बात है तो पानी का प्रवाह किसी ओर होना चाहिए। वास्तव में क्या होगा? जब बच्चे अपनी-अपनी बात कह चुकें तो प्रयोग द्वारा उसकी जाँच की जाए। मालूम होगा कि एक डिब्बे से दूसरे डिब्बे में पानी का प्रवाह नहीं होता।

एक डिब्बे से दूसरे डिब्बे में पानी न बहने का कारण यह है कि ट्यूब के दोनों छेदों के आस-पास के क्षेत्रफल में पानी का दबाव एक डिब्बे में जितना है उतना ही दूसरे में भी है। यह सही है कि बड़े डिब्बे के पेंदे पर छोटे डिब्बे के पेंदे की तुलना में कुल बल अधिक लग रहा है। परंतु बड़े डिब्बे में यह बल अधिक क्षेत्रफल में फैला हुआ है। क्षेत्रफल की निश्चित इकाई पर बराबर बल लग रहा है। अर्थात् ट्यूब के एक सिरे पर छेद के आस-पास जितना बल प्रति इकाई क्षेत्रफल लग रहा है, उतना ही ट्यूब के दूसरे छेद के आस-पास। दूसरे शब्दों में दोनों स्थानों पर दबाव बराबर है, इसलिए प्रवाह नहीं हो रहा।

इसके बारे में विस्तृत चर्चा करने के लिए विद्यार्थियों को उत्साहित करें। इसका ध्यान रखें कि वे बल और दबाव पदों का अधिक और सही इस्तेमाल कर रहे हैं। (यदि इस प्रयोग के लिए उपकरण नहीं मिल सकते तो केवल तस्वीर बनाकर ही दिखाएँ और कक्षा में इसी



चित्र 4-51 क, ख  
यद्यपि दोनों डिब्बों के पेंदों पर लगने वाला बल भिन्न है किंतु दबाव (इकाई पर बल) बराबर है। इसी कारण ट्यूब द्वारा जोड़े जाने पर भी पानी बड़े डिब्बे से बहकर छोटे डिब्बे में नहीं जाता।

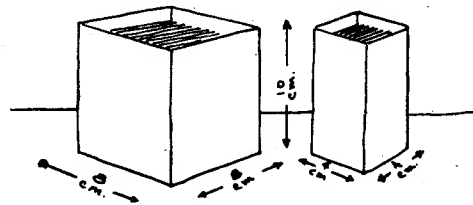


प्रकार चर्चा करें। अन्वेषण के इस काल्पनिक ढंग में प्रायोगिक जाँच की कमी रहेगी।)

#### चर्चा

‘जल-तल के बल’ और ‘जल-तल के दबाव’ में क्या संबंध है?

विद्यार्थियों के लिए चित्र 4-52 की तरह एक रेखा-चित्र बनाएँ। ध्यान दें कि दोनों पात्रों में प्रत्येक की गहराई 10 सेंटीमीटर है। एक का पेंदा 4 सेंटीमीटर वर्ग है, दूसरे का पेंदा 8 सेंटीमीटर वर्ग। इस प्रकार दोनों पेंदों का क्षेत्रफल क्रमशः 16 सें. मी. और 64 सें. मी. है। यानी 1-4 का अनुपात है। विद्यार्थियों को ध्यान दिलाएँ कि पानी का भार 1 ग्राम प्रति घन सेंटीमीटर होता है। चर्चा को इस तरह निर्देशित करें: छोटे पात्र में पानी का भार कितना है? (160gf)



चित्र 4-52

यद्यपि दोनों डिब्बों के पेंदों पर लगने वाला बल भिन्न है किंतु दबाव (इकाई पर बल) बराबर है।

छोटे पात्र के पेंदे पर कुल कितना बल है ? ( 160gf )  
बड़े पात्र में पानी का भार कितना है ? ( 640gf )  
बड़े पात्र के पेंदे पर कुल कितना बल है ? ( 640gf )  
छोटे पात्र के पेंदे पर कितना  
दबाव ( बल प्रति इकाई ) ( 160gf/16cm<sup>2</sup>  
क्षेत्रफल ) है । या 10 gf/cm<sup>2</sup> )

बड़े पात्र के पेंदे पर कितना  
दबाव ( बल प्रति इकाई ) ( 640gf/64cm<sup>2</sup>  
क्षेत्रफल ) है ? या 10 gf/cm<sup>2</sup> )  
गौर करें कि दोनों पात्रों के पेंदों पर समान दबाव  
है, इसके बावजूद कि उनके क्षेत्रफल में अंतर है।  
दबाव समान है, क्योंकि पानी की गहराई भी समान है।

### अच्छी तरह समझने के लिए

यह सही है कि पानी की ऊपरी सतह पर दबाव शून्य नहीं है। इस सतह पर वायुमंडल का दबाव है। सामान्य वायुमंडल का दबाव 1 किलोग्राम ( 1000ग्राम-बलप्रतिवर्गसेंटीमीटर ) है। इसलिए 10 सेंटीमीटर पानी की गहराई पर कुल दबाव ( जिसे संपूर्ण दबाव कहते हैं ) वास्तव में 1010 ग्राम बल सें. मी. ( 1010 gf/cm<sup>2</sup> ) है। प्रायः टायर के भीतर या पानी की सतह के नीचे संपूर्ण दबाव और वायु-मंडलीय दबाव के अंतर को वहाँ का दबाव कहते हैं। यह वास्तव में सापेक्ष दबाव है। टायर का दबाव-मापक, प्रेशर कुकर, वाष्प बायलर वास्तव में यही सापेक्ष दबाव दिखाते हैं। यदि विद्यार्थी यह सवाल नहीं उठाते तो अच्छा होगा कि इस समय इसका जिक्र कर के उन्हें उलझाया न जाए। पिछली चर्चा का तर्क दोनों स्थितियों में वैध है, चाहे वह सापेक्ष दबाव के रूप में किया

जाए या संपूर्ण दबाव के रूप में।

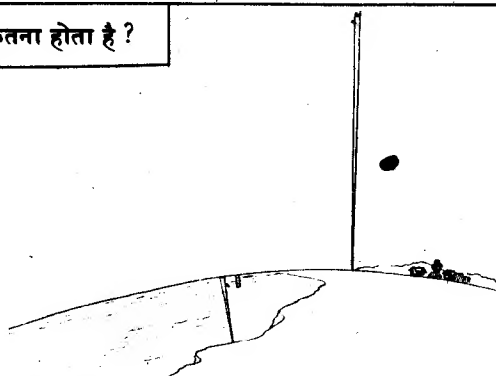
### 3 (च). वायुमंडल दबाव डालता है

विद्यार्थी वायु के दबाव के बारे में (इकाई 2: "हवा, पानी और मौसम" के अंतर्गत) पहले ही सीख चुके हैं। इस तरह दबाव शब्द उनके लिए परिचित है। वे महसूस करते हैं कि केवल पानी ही नहीं बल्कि हवा भी दबाव डालती है। वे जानते हैं कि हवा में भार होता है और वायुमंडलीय दबाव ऊपर की हवा के भार के कारण उत्पन्न होता है। उन्हें बताया जा चुका है कि सामान्य वायुमंडल का दबाव एक किलोग्राम-बल प्रति वर्ग सेंटीमीटर होता है। अच्छा हो कि यहाँ पर हवा के दबाव के बारे में उनकी जानकारी ताज़ा करा दी जाए और हवा के दबाव के कार्य-कारण संबंध को पानी के दबाव पर भी लागू किया जाए। शिक्षक इस तरह के कामों के द्वारा इन बातों को समझने में विद्यार्थियों की सहायता कर सकता है।

### चर्चा

### हवा का दबाव कितना होता है ?

विद्यार्थियों को वायुमंडलीय दबाव के स्रोत का स्मरण कराएँ। उन्हें फिर बताएँ कि घरातल के ऊपर की हवा के भार के कारण दबाव पैदा होता है। यदि उन्हें मालूम हो जाए कि एक सेंटीमीटर वर्ग पर घरातल से ले कर "बाह्य आकाश" तक, जैसा चित्र 4-53 में दिखाया गया है, वायु के स्तंभ का भार क्या है तो उन्हें वायुमंडल के दबाव का ज्ञान हो जाएगा। हवा का दबाव असंख्य बार मापा गया है। यद्यपि उस में घंटे-घंटे या दिन-प्रति-दिन अंतर होता रहता है, तथापि यह ज्ञात है कि समुद्र-तल पर हवा का सामान्य दबाव एक किलोग्राम-बल प्रति वर्ग सेंटीमीटर ( 1Kgf/cm<sup>2</sup> ) होता है।



चित्र 4-53

घरातल के ऊपर की हवा के भार के कारण वायुमंडलीय दबाव पैदा होता है। पानी में प्रत्येक 10 मीटर की गहराई पर यह दबाव एक किलोग्राम-बल प्रति वर्ग सेंटीमीटर बढ़ जाता है।

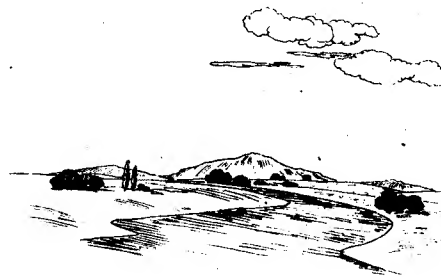
बच्चों से चर्चा करें कि पानी के सामान्य आधार-पात्रों के भीतर सापेक्ष दबाव तुलना में यह वायुमंडलीय दबाव कितना है। पानी के भीतर उस स्थान तक पहुँचने के लिए कितने गहरे जाना पड़ेगा जहाँ पर सतह के दबाव से 1 किलोग्राम-बल सेंटीमीटर<sup>2</sup> (1Kgf/cm<sup>2</sup>) दबाव अधिक होगा। इसका अर्थ यह हुआ कि पानी में 10 मीटर की गहराई पर गोताखोर

के शरीर पर सामान्य वायुमंडलीय दबाव का दूना दबाव पड़ता है, क्योंकि इतनी गहराई पर वायुमंडलीय दबाव के अतिरिक्त 1 कि. ग्रा. ब. सें. मी.<sup>2</sup> दबाव अधिक पड़ता है, यानी कुल मिला कर 2 कि. ग्रा. ब. सें. मी.<sup>2</sup>। सौ मीटर की गहराई पर कुल दबाव कितना होगा? (11 कि. ग्रा. ब. सें. मी.<sup>2</sup>) (11 Kgf/cm<sup>2</sup>)

पानी खींचने वाले पंप के परिचालन, नली द्वारा पानी पीने, और साइफ़न की कार्य-विधि के बारे में बच्चे जो कुछ जानते हैं उसकी याद पुनः दिलाएँ। उन्हें याद कराएँ कि ये सब काम हवा के दबाव के कारण संपन्न हो पाते हैं।

#### अच्छी तरह समझने के लिए

इस मुख्य संकल्पना के प्रयोग और अध्ययन विशेष रूप से पानी और वायुमंडल के दबाव के बारे में थे। वास्तव में जिन सिद्धांतों का यहाँ जिक्र किया गया है वे सभी द्रवों और सभी गैसों, अर्थात् सब तरल पदार्थों पर लागू होते हैं। सब दशाओं में तरल के स्तंभ के भार के ऊपर दबाव निर्भर करता है और किसी भी बिंदु पर दबाव सभी दिशाओं में एक समान पड़ता है। अधिकतर द्रवों में दबाव गहराई के ही अनुपात में होता है। वायुमंडल की तरह गैस की विशाल परतों के संदर्भ में गहराई-दबाव का संबंध सरल नहीं होता। इसका कारण यह है कि गैसों का संपीड़न होता है। परंतु पानी का संपीड़न लगभग बिल्कुल ही नहीं होता। परिणाम यह होता है कि वायुमंडल में घरातल के पास हवा की परतें अधिक दबाव के कारण संपीड़ित हो जाती हैं, और इसलिए अधिक घनी जाती हैं। 6 हजार मीटर की ऊँचाई पर वायुमंडल का दबाव



चित्र 4-54

वायुमंडलीय दबाव ऊँचाई के साथ कम होता जाता है।

घरातल के दबाव का आधा होता है और 12 हजार मीटर पर घरातल के दबाव का लगभग एक-चौथाई। वायुमंडल में 150 किलोमीटर से भी अधिक ऊँचाई पर हवा के चिह्न पाए गए हैं। देखिए चित्र 4-54।

#### 4. सरल मशीनों और नत-समतल या लीवरों में बहुत समानता होती है

दैनिक जीवन में लोग कई प्रकार की सरल मशीनों का इस्तेमाल करते हैं। इन सभी का उद्देश्य मनुष्यों के काम को आसान बनाना है। कैची या प्लास ऐसी ही मशीनों के उदाहरण हैं। ये सरल मशीनें वास्तव में लीवर हैं। नुकीली छड़, गीयर युक्त पहिया, एक पहिए की हाथ-गाड़ी, और चिमटा लीवर के


उदाहरण हैं। सीढ़ी-कक्ष, ऊपर पहाड़ी पर ले जाने वाली सड़क, ठेले पर लादने के लिए लकड़ी का तख्ता, जैक-पेंच, लकड़ी का साधारण पेंच बहुत अंश तक नत समतल के समान हैं। ये सभी सरल मशीनें हैं।



#### 4 (क). पच्चड़ की कल्पना परस्पर पीठ किए दो नत समतलों से की जा सकती है

पच्चड़ नत-समतल का एक उदाहरण है। भारी वस्तुओं को उठाने के लिए उसके नीचे लकड़ी की पच्चड़ ठोक दी जाती है। जब लकड़ी का लंबा लट्टा चीरा जाता है तो दो हिस्सों के बीच में पच्चड़ घुसा देते हैं, जिससे कि उनको और अलग किया जा सके। चाकू या उस्तरे का ब्लेड अथवा छेनी की धार दोनों ओर ढलवाँ होती है। ये एक पच्चड़ हैं। इससे लोगों को

चीजें काटने में आसानी होती है। कक्षा 4 के विद्यार्थी नत-समतलों को सरल मशीनों के रूप में जान चुके हैं। वे पच्चड़ के बारे में, जो कि एक दूसरी सरल मशीन है, अच्छी तरह समझ सकते हैं यदि वे उसे नत-समतल का एक परिवर्तित रूप मानने लगे। निम्नलिखित प्रयोग विद्यार्थियों को यह बात ज्यादा अच्छी तरह समझा सकते हैं कि पच्चड़ का नत-समतल से कैसा संबंध है।

अन्वेषण	पच्चड़ का प्रयोग किस तरह किया जाता है ?	आवश्यक सामग्री लकड़ी का पच्चड़, लकड़ी का ब्लॉक, भारी पत्थर
<p>स्थानीय बड़ई से लकड़ी का बना एक पच्चड़ प्राप्त करें। पच्चड़ के ही बराबर लकड़ी का एक आयताकार ब्लॉक प्राप्त करें। जिसमें पच्चड़ की तरह ढलवाँ समतल न हों। पत्थर का एक बड़ा टुकड़ा मँगवाएँ और उसे उठाने की कोशिश करें। यह बहुत भारी है। अब लकड़ी के आयताकार ब्लॉक को पत्थर के नीचे रखने का प्रयत्न करें। संभवतः यह नहीं कर पाएँगे। अब पच्चड़ घुसाने की कोशिश करें। आप देखेंगे कि वह पत्थर के नीचे चला जाता है। पच्चड़ को और भीतर घुसाने के लिए ठोकिए। गौर कीजिए कि इस से पत्थर कैसे उठ जाता है। देखिए चित्र 4-55।</p> <p>चित्र 4-55 क, ख लकड़ी का पच्चड़ पत्थर के नीचे की दराज में अधिक बलपूर्वक ठोका जा सकता है। जब कि लकड़ी का आयताकार ब्लॉक नहीं घुसाया जा सकता।</p>		

विद्यार्थियों को पहले लोहे के साधारण टुकड़े से और फिर चाकू से आलू काटने की कोशिश करने के लिए कहें।

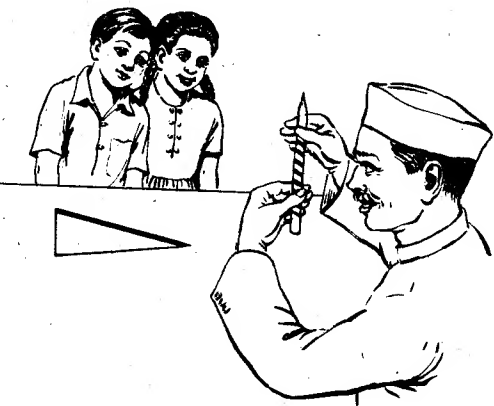
विद्यार्थियों को बड़ई की रुखानी से लकड़ी का टुकड़ा काटने दीजिए।

उपर्युक्त प्रयोगों के बारे में बच्चों से चर्चा कीजिए और बताइए कि काम पूरा करने के लिए पच्चड़ ऊर्जा प्रदान नहीं करता, इस्तेमाल करने वाला ऊर्जा प्रदान करता है।

#### 4 (ख). पेंच की कल्पना छड़ पर लिपटे नत-समतल के रूप में की जा सकती है

साधारण स्क्रू नत-समतल का एक रूप है। यदि एक छड़ के चारों ओर तिकोना कागज लपेटा जाए तो छड़ के चारों ओर त्रिकोण का सर्पिल सिरा स्क्रू की चूड़ी का प्रतिनिधित्व करेगा, जैसा कि रेखाचित्र में दिखाया गया है। अनेक सामान्य

मशीनी साधन स्क्रू के सिद्धांत पर बने हैं। यदि बच्चे महसूस करने लगते हैं कि स्क्रू का नत-समतल से घनिष्ठ संबंध है तो वे स्क्रू को ज्यादा अच्छी तरह समझ सकते हैं। निम्नलिखित प्रयोगों से बच्चों को यह समझने में सहायता मिलेगी कि स्क्रू नत-समतल का परिवर्तित रूप है।

प्रदर्शन	स्क्रू नत-समतल से कैसे मिलता-जुलता है ?	आवश्यक सामग्री कागज, लाल रोशनाई या खड़िया, कैंची, पेंसिल
		<p>कागज का एक समकोण त्रिभुज काटिए। कर्ण को मोटी रेखा से खींचें। त्रिभुज की सब से छोटी भुजा को पेंसिल के बराबर ले जाएँ। त्रिभुज को अब पेंसिल पर लपेटें। कर्ण बाहर की ओर रहना चाहिए, जिससे कि पेंसिल के चारों ओर उसका लिपटना देखा जा सके, जैसा कि चित्र 4-56 में दिखाया गया है। पेंसिल के चारों ओर मोटी रेखा स्क्रू की चूड़ियों की व्याख्या प्रस्तुत कर देती है।</p> <p>चित्र 4-56 एक छड़ के चारों ओर लिपटे त्रिकोण कागज से बनाई गई चूड़ियों से नत-समतल स्क्रू के रूप को समझा जा सकता है।</p>

लकड़ी के स्क्रू और बोल्ट कक्षा में लाकर उनका परीक्षण कराएँ। दिखाएँ कि छड़ के चारों ओर लिपटे नत-समतल से उनमें कितनी समानता है।

बच्चों से चर्चा करें कि सीढ़ियाँ किस तरह पाँव रखने के स्थान से युक्त नत-समतल है। इस दृष्टि से बच्चों से पूछें कि सर्पिल सीढ़ियाँ किस तरह स्क्रू के समान हैं।

#### 4 (ग). बेलन-चर्खी की कल्पना निरंतर गतिमान लीवर के रूप में की जा सकती है

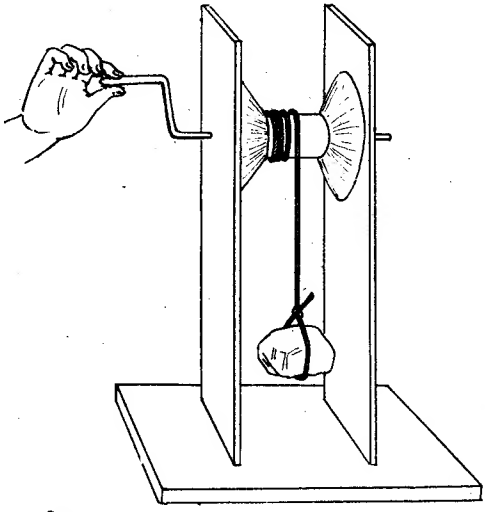
बेलन-चर्खी एक बहुत सामान्य किस्म की सरल मशीन है। बेलन-चर्खी का एक महत्वपूर्ण हिस्सा वह ड्रम है जो रस्सी या जंजीर को लपेट लेता है, और नियंत्रित स्थितियों में उसे वापस भी जाने देता है। दूसरा महत्वपूर्ण हिस्सा उत्तोलक

भुजा या क्रैंक होता है जो ड्रम के घूमने में सहायक बनता है। बेलन-चर्खियों का इस्तेमाल अक्सर एलिवेटर्स को ऊपर चढ़ाने या उतारने व पोतस्थलों और बड़े कारखानों में भारी बोझा ऊपर उठाने के लिए किया जाता है। मछली पकड़ने की सामान्य बंसी में लगी गरारी की कल्पना छोटी बेलन-चर्खी के रूप में की जा सकती है। सरल बेलन-चर्खी का उपयोग

प्रायः कुएँ में बाल्टी डालने और खींच कर पानी निकालने के लिए किया जाता है।

सरल लीवर के परिवर्तित रूप में बेलन-चर्खी की कल्पना

कर के ही उसे सब से अच्छी तरह समझा जा सकता है। यहाँ कुछ प्रयोग दिए जा रहे हैं जिनकी सहायता से विद्यार्थी बेलन-चर्खियों की उपयोगिता समझ सकते हैं।

<p><b>निर्माण-कार्य</b></p>	<p><b>क्या हम बेलन-चर्खी का नमूना बना सकते हैं ?</b></p>	<p><b>आवश्यक सामग्री</b> पतली लकड़ी, कीलें, कड़ा तार, खाली अंतरनली, डोरी, हाथ के सरल औज़ार</p>
 <p>चित्र 4-57 बेलन-चर्खी का नमूना बनाना एक आसान कार्य है।</p>		<p>जैसा कि चित्र 4-57 में सुझाया गया है, बेलन-चर्खी का सुकर नमूना बनाने और उसका प्रयोग करने में बच्चों की सहायता करें। यदि आवश्यकता हो तो स्थानीय बड़ई की भी सहायता लें। कड़े तार को दिखाई गई आकृति के अनुसार मोड़ कर ढ़क मूठ बनाई जा सकती है। इसके बाद वह एक पार्श्व अवलंब से अंतरनली से और फिर दूसरे पार्श्व अवलंब के भीतर से गुज़ार दी जाती है। कड़े तार में विशेष मोड़ डाल दिए जाते हैं जिससे कि अंतरनली तार के चारों ओर फिसले नहीं, यह तार ड्रम की धुरी का काम करता है। अब अंतरनली (ड्रम) के चारों ओर, जैसा कि चित्र में दिखाया गया है, तार लपेटें। विद्यार्थियों को नमूने के इस पहिए और धुरी का प्रयोग करने दें, जिससे वह देख सकें कि इस तरह का साधन सचमुच किस तरह परिचालित होता है।</p>

एक ऐसे कुँए पर जाएँ जहाँ बेलन-चर्खी की सहायता से पानी ऊपर लाया जाता हो और खाली बाल्टी नीचे उतारी जाती हो।

किसी मछुए से मछली मारने की गरारी वाली बंसी माँग लें। विद्यार्थियों को दिखाएँ कि यह सरल मशीन किस तरह मछुए को जल्दी से अपनी डोरी लपेट लेने में सहायता देती है।

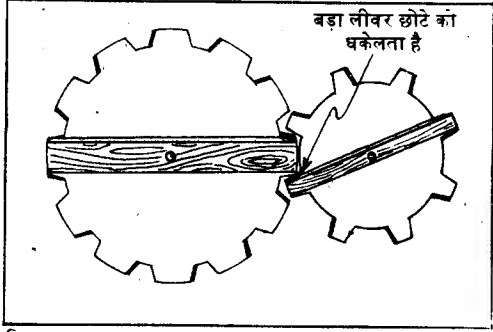
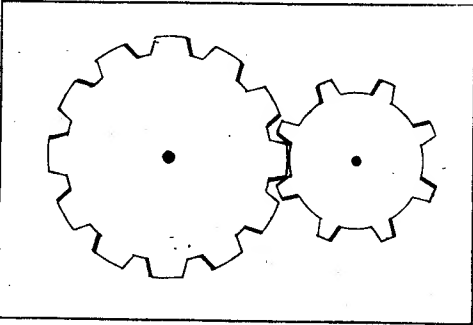
बच्चों से ऊपर दी हुई मशीनों पर चर्चा करें। उनसे पूछिए कि क्या काम पूरा करने के लिए पहिया और धुरी वास्तव में ऊर्जा प्रदान करती है या नहीं। उन्हें यह विचार स्वयं विकसित कर सकने में सहायक बनिए कि पहिया और धुरी अपने आप कार्य नहीं करते। वे केवल काम करने में प्रयोक्ता की सहायता करते हैं।

- 4 (घ). फैसे हुए दो दाँतदार पहियों की कल्पना एक-दूसरे को धकेलने वाले लीवरों के समुच्चय के रूप में की जा सकती है

दो ऐसे पहियों की कल्पना कीजिए जिनके किनारे कस कर सटा दिए गए हैं। जब एक पहिया घूमता है तो वह दूसरे को भी घुमाता है। लेकिन जब दूसरे से सटा एक पहिया फिसलने लगे तो क्या होगा? दोनों पहियों के सिरों में दाँते बना कर एक पहिए के दाँतों को दूसरे पहिए के दाँतों में फँसा दिया जाए तो पहिए का फिसलना रोका जा सकता है। इस स्थिति

में वे नहीं फिसलेंगे। अब एक पहिए की गति पूरे विश्वास के साथ दूसरे पहिए में स्थानांतरित की जा सकती है। इसे फैसे हुए गियरों का सेट कहते हैं।

फैसे हुए गियर सरल मशीनों की एक बहुत सामान्य किस्म है। यदि उन्हें लीवरों के एक विशेष रूप की हैसियत दे दी जाए तो उन्हें सबसे अच्छी तरह समझा जा सकता है। यहाँ कुछ प्रयोग बताए जा रहे हैं जो फैसे हुए गियरों का परिचालन समझने में विद्यार्थियों की सहायता करेंगे, क्योंकि यहाँ पर उनको लीवर-पद्धति का एक परिवर्तित रूप माना गया है।

प्रदर्शन	फैसे हुए गियर लीवर-पद्धति के समान कैसे है ?	आवश्यक सामग्री भागी गत्ता, दो कीले, लकड़ी की पतली खपचियाँ, कैंची
<p>जैसा चित्र 4-58 में दिखाया गया है गत्ते से गियर के दो नमूने तैयार करें। एक नमूने का व्यास दूसरे के व्यास से लगभग दूना हो। दाँते सावधानीपूर्वक काटे जाएँ जिससे कि उन के बीच की जगह और उनकी गहराई समान हों। दोनों पहियों को एक बोर्ड पर जड़ दें या उनके बीच में कील लगा कर समतल जमीन पर ठोक दें। यदि दाँते सावधानीपूर्वक बनाए गए हैं तो वे एक-दूसरे में बैठ जाएँगे और छोटे गियर-पहिए को घुमाने से बड़ी आसानी से बड़ा पहिया भी घूमने लगेगा।</p> <p>अब दो लंबी, पतली सीकें तैयार करें। उनमें से एक इतनी लंबी हो कि छोटे गियर-पहिए के एक दाँत के सिरे से विपरीत दिशा के दाँत के सिरे तक पहुँच जाएँ। ठीक इसी तरह दूसरी सीक भी इतनी लंबी हो कि बड़े गियर-पहिए के एक दाँत के सिरे से विपरीत दिशा के दाँत के सिरे तक पहुँच सके, जैसा कि रेखाचित्र में दिखाया गया है। रेखाचित्र के अनुसार इन सीकों को इस तरह रखें कि प्रत्येक सीक का एक सिरा उस दाँत पर रहे जो दूसरे गियर के दाँत के साथ वास्तव में फँसा हुआ है। यह महसूस करने में बच्चों की सहायता करें कि केवल फैसे हुए दाँत ही इन दोनों सीकों के सिरों की तरह हैं। इस प्रकार से फैसे हुए गियर कुछ-कुछ दो लीवरों की ही तरह के हैं, जिन्हें इस तरह रखा गया है कि गियर का एक</p>	<p>घूमता हुआ सिरा दूसरे लीवर के एक सिरे को धकेलता है।</p>  <p>चित्र 4-58 क, ख</p> <p>फैसे हुए गियर कुछ-कुछ दो लीवरों की तरह के हैं। गियर का एक घूमता हुआ सिरा दूसरे लीवर के एक सिरे को धकेलता है।</p> 	

प्रदर्शन	घड़ी से गियरों के बारे में हम क्या सीख सकते हैं ?	आवश्यक सामग्री बड़ी घड़ी
<p>एक घड़ी को पीछे से खोल कर विद्यार्थियों को गियर दिखाएँ। वे देखेंगे कि गियर विभिन्न आकारों के हैं। फिर भी प्रत्येक गियर कम-से-कम एक अन्य गियर से और अक्सर दो गियरों से फँसा हुआ है। जब घड़ी चल रही होती है तब कुछ गियर दूसरों के मुकाबले अधिक मंद गति से घूमते हैं। बच्चों को घड़ी की यंत्र-रचना का अध्ययन करने के लिए उत्साहित करें। यदि उनमें धैर्य है तो वे देख सकेंगे कि कमानी या भारों से (बल और ऊर्जा के स्रोत, जिन से घड़ी चलती है) बल किस तरह स्थानांतरित होता है। उसका स्थानांतरण फँसे हुए गियरों की श्रेणी के माध्यम से मुड़्यों तक होता है और तब ये मुड़ियाँ उचित चाल से चारों ओर घूम कर घड़ी को समय बताने वाला उपयोगी यंत्र बनाती है।</p>		

कक्षा के विद्यार्थियों को गियरों की सरल व्यवस्थाएँ दिखाने के लिए बस्ती में ले जाएँ। यह व्यवस्था गन्ने काटने की मशीन या ट्रैक द्वारा परिचालित गन्ना-कोल्हू में देखी जा सकती है। गाँव के कुछ कुँओं पर बड़े लेकिन फँसे हुए गियरों के उपयोगी सेट की सहायता से पानी निकालने की व्यवस्था होती है। यह समझने में बच्चों की सहायता करें कि ये गियर कितनी सरलता से परिचालित होते हैं। फिर भी उनकी बनावट कितनी सुदृढ़ रखनी पड़ती है।

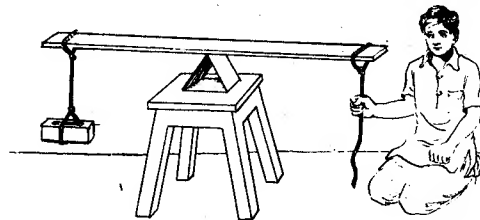
#### 4 (ङ) एकल घिरनी केवल बल की ही दिशा को बदलती है

जब एक व्यक्ति रस्सी खींचता है तो वह अक्सर एकल घिरनी (पुली) की सहायता से वह बल लगाता है। जब रस्सी घिरनी के ऊपर से गुजरती है तो घिरनी अपनी धुरी पर घूमने लगती है। इसके अलावा वह अपनी जगह पर स्थिर रहती है। घिरनी जो महत्वपूर्ण काम करती है वह यह है कि यह रस्सी के कर्षण की दिशा बदल देती है। इस तरह की घिरनियाँ ध्वज-दंड के शीर्ष पर, चिकों को ऊपर-नीचे, चढ़ाने-गिराने के लिए

और बहुत-से अन्य स्थानों पर लगाई जाती हैं। एकल स्थिर घिरनी के सब से सामान्य उपयोगों में एक उपयोग उसे कुएँ के शीर्ष पर स्थापित करना है।

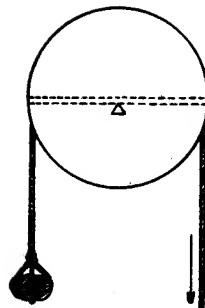
एकल स्थिर घिरनी एक सरल मशीन है। लीवर का एक परिवर्तित रूप मान कर ही उसे सब से अच्छी तरह समझा जा सकता है। यहाँ कुछ प्रयोग सुझाए जा रहे हैं जिन से एकल स्थिर घिरनी के परिचालन के बारे में यह महत्वपूर्ण दृष्टिकोण ग्रहण करने में विद्यार्थियों को सहायता मिलेगी।

अन्वेषण	एकल घिरनी लीवर की तरह कैसे है ?	आवश्यक सामग्री सरल लीवर बनाने और उसे सहारा देने के लिए लकड़ी और कीलें, डोरी, भार के लिए पत्थर
<p>एक सीधा पट्टा ले कर उसे इस तरह कीलित करें कि चित्र 4-59 की तरह लीवर की दोनों भुजाएँ बराबर हों। चित्र की तरह लकड़ी के तीन टुकड़ों</p> <p>चित्र 4-59 क, ख एक एकल घिरनी कुछ-कुछ निरंतर घूमते हुए लीवर के समान होती है।</p>		



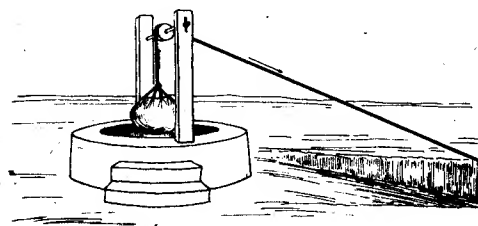
से बने आलंब से उसे सहारा दें। लीवर के दोनों छोरों पर डोरी बाँधें। इनमें से एक डोरी के छोर पर ईंट या पत्थर बाँधें। लीवर के दूसरे छोर पर बँधी रस्सी को नीचे खींच कर एक बच्चे से ईंट को थोड़ा ऊपर उठाने के लिए कहें। इस बच्चे से और कक्षा के अन्य बच्चों से पूछें कि लीवर की यंत्र-रचना की सहायता से पत्थर को वह कितना ऊपर उठा सकता है। वे सब आसानी से सहमत हो जाएँगे कि इस साधन से ईंट को केवल एक सीमित दूरी तक ही उठाया जा सकता है।

चित्र के अनुरूप एक रेखाचित्र से बच्चों को बताएँ कि एकल समान भुज लीवर की कल्पना एकल स्थिर धिरनी के व्यास के रूप में कैसे की जा सकती है। लेकिन यह धिरनी एक परिवर्तित लीवर है जो चीजों को असीम दूरी तक उठाने में सहायक हो सकती है।

**अन्वेषण****क्या एकल स्थिर धिरनी बल में वृद्धि करती है ?****आवश्यक सामग्री**

कमानीदार तुला, स्थिर धिरनी, डोरी, पत्थर

कमानीदार तुला और एकल धिरनी तैयार करें। एक पत्थर में रस्सी बाँधें और उसे कमानीदार तुला से उठाएँ। भार दर्ज कर लें। फिर कोई अवलंब देकर धिरनी को आरोपित कर दें। जिस डोरी के सिरे पर पत्थर बँधा है उसका दूसरा सिरा धिरनी के ऊपर से ले जाएँ, और जैसा कि चित्र 4-60 में दिखाया गया है, तुला के हुक से बाँध दें। अब तुला को तब तक खींचें जब तक कि पत्थर ज़मीन के ऊपर न उठ जाए। विद्यार्थियों से तुला का पाठ्यांक दर्ज करने के लिए कहें। ज्ञात होगा कि दोनों प्रयोगों में बराबर बल लगा है।



चित्र 4-60

एक एकल स्थिर धिरनी लगाए गए बल में वृद्धि नहीं करती है, वह केवल उसकी दिशा बदल देती है।

ध्वजदंड के शीर्ष पर धिरनी के उपयोग और उसके परिचालन का प्रेक्षण करने में बच्चों की सहायता करें।

बच्चों को गाँव के एक ऐसे कुँए पर ले जाएँ जहाँ पर बाल्टी कुँए में डालने और पानी खींचने के लिए रस्सी और धिरनी का उपयोग किया जाता है।

बताएँ कि ऊपर की दोनों स्थितियों में घिरनी लगाए गए बल में वृद्धि नहीं करती—जिस दिशा में बल लगाया गया है वह केवल उसे बदल देती है।

### अच्छी तरह समझने के लिए

इस कक्षा स्तर पर सरल मशीनों पर कार्य करने का यह उद्देश्य नहीं है कि विद्यार्थी उनके परिचालन का विश्लेषण विस्तार पूर्वक करें। यहाँ समाप्त होनेवाली समूची मुख्य संकल्पना में, तो शायद तीन से अधिक मुख्य विचार नहीं हैं।

- (क) लगभग सभी सरल मशीनें या तो नत-समतल के या लीवर के ही विभिन्न रूप होती हैं।
- (ख) सरल मशीनें कोई कार्य नहीं करती, लोग सरल मशीनों से कार्य करते हैं। कोई काम करने के लिए मशीन का उपयोग करने वाले को ऊर्जा अवश्य देनी पड़ती है।
- (ग) मशीनों का उपयोग करने वाला जो थोड़ा-सा बल लगाता है उसके कारण अधिकांश सरल मशीनों से किसी वस्तु पर कहीं अधिक बल लगता है।

अगली कक्षाओं में विद्यार्थी सरल मशीनों के सिद्धांत के बारे में और अधिक बातें सीखेंगे। परंतु यदि कुछ विद्यार्थी पूछें तो उसके लिए यहाँ शिक्षक के लिए कुछ अतिरिक्त जानकारी दी गई है।

सरल मशीन में, उपयोग करनेवाला व्यक्ति मशीन पर कुछ कार्य करता है। ऐसा करने के लिए वह एक दूरी तक बल लगाता है। इस कार्य और इस बल को मशीन का “आदान”

समझा जाता है। इसलिए उन्हें बल आदान ( $F_1$ ) और दूरी आदान ( $D_1$ ) कहा जाता है। इन दोनों को गुणा करने से कार्य आदान ( $W_1$ ) का पता चलता है। अर्थात्—

$$F_1 \times D_1 = W_1$$

दूसरी तरफ, मशीन किसी वस्तु पर कार्य करती है। इसे कार्यनिर्गत ( $W_0$ ) कहा जा सकता है। इसे एक निर्गत बल ( $F_0$ ) को एक निर्गत दूरी ( $D_0$ ) तक लगा कर पूरा किया जाता है। इस उदाहरण में  $W_0 = F_0 \times D_0$

अधिकांश सरल मशीनें कम बल आदान लगवा कर अधिक निर्गत बल प्रदान करती हैं। तथापि निर्गत कार्य में जो कार्य (ऊर्जा) लगती है, वह आदान कार्य से बड़ी नहीं हो सकती। यह इसलिए होता है क्योंकि समूची प्रणाली के लिए आदान कार्य ही ऊर्जा का एकमात्र स्रोत होता है। मशीन स्वयं ऊर्जा का स्रोत नहीं होती।

यह तब हो सकता है जब यदि आदान बल कम हो तो आदान दूरी अवश्य अधिक हो। इसी तरह यदि निर्गत बल अधिक है तो निर्गत दूरी अवश्य कम होनी चाहिए। केवल इसी तरह आदान ऊर्जा निर्गत ऊर्जा के समान हो सकती है। इसलिए एक अत्यधिक सामान्य सरल मशीन के बारे में यह आशा की जा सकती है कि उसमें कम आदान बल अधिक आदान दूरी तक लगाया जाए। इससे अधिक निर्गत बल पैदा होगा जो कि कम निर्गत दूरी तक लगेगा।

### 5. ऊष्मा ऊर्जा का एक उपयोगी रूप है

अभी तक इस पाठ्यचर्या में विद्यार्थियों ने ऊर्जा के केवल एक ही रूप पर गंभीरतापूर्वक ध्यान दिया है। यह है कार्य, अर्थात् एक दूरी तक बल लगाना। प्रायः इसे यांत्रिक ऊर्जा कहते हैं। ऊर्जा के अन्य भी बहुत-से रूप होते हैं। इनमें औरों

के अतिरिक्त निम्नलिखित भी शामिल हैं—सौर ऊर्जा, विद्युत ऊर्जा, प्रकाश ऊर्जा और रासायनिक ऊर्जा। यहाँ कक्षा 4 के विद्यार्थी कार्य के अतिरिक्त ऊर्जा के एक अन्य रूप ऊष्मा का अध्ययन भी गंभीरतापूर्वक करेंगे।

निश्चय ही विद्यार्थी ऊष्मा और ताप से अच्छी तरह परिचित हैं। अपने दैनिक जीवन में इनके उन्हें सैकड़ों अनुभव होते हैं। इस अध्यापक-पुस्तिका में उन्होंने अन्य जगहों पर ऊष्मा और ताप की जानकारी प्राप्त की है। इकाई 2 में "हवा, पानी और मौसम" के अंतर्गत और इकाई 5 में "द्रव्य और सामग्रियाँ" के अंतर्गत इसके बारे में विशेष रूप से देखा है। तथापि अब तक ऊर्जा के रूप में ऊष्मा से उनका परिचय नहीं हुआ। नीचे दी गई उपसंकल्पनाओं द्वारा चौथी कक्षा के विद्यार्थियों को ऊष्मा का सरल परंतु शुद्ध परिचय दिया जाएगा, केवल व्यक्तिगत संवेदना के रूप में ही नहीं, वरन् ऊर्जा के रूप में भी।

5 (क). ऊष्मा मनुष्य के लिए कई प्रकार से उपयोगी है मनुष्य बहुत अधिक समय से ऊर्जा के रूप में ऊष्मा का उपयोग करता आया है। यह भोजन पकाने, पानी गर्म करने, कमरे को गर्म रखने, खनिज धातु में से धातु निकालने के काम में लाई गई है। ऊष्मा दे कर या इसे हटाकर द्रव्य की अवस्था बदली जा सकती है। ठोस बर्फ को गर्म कीजिए तो वह द्रव पानी में बदल जाती है। इसे और अधिक गर्म कीजिए तो वह गैस बन जाती है। यहाँ कुछ ऐसे काम बताए गए हैं, जिनसे विद्यार्थी यह समझ सकेंगे कि मनुष्य ऊष्मा के किस तरह और कितने उपयोग करता है और ऊर्जा के इस रूप पर वह कितना अधिक निर्भर रहता है।

चर्चा	हम कितनी ऊष्मा का उपयोग करते हैं ?
हम ऊष्मा के जो विविध प्रयोग करते हैं कक्षा में उनकी चर्चा कीजिए। शुरू में यह पूछिए कि सबसे अंत में ऊष्मा का उपयोग उन्होंने कब किया था। अगली बार किसी काम के लिए वे ऊष्मा का उपयोग कब करेंगे? क्या इस क्षण भी वे ऊष्मा का उपयोग कर रहे हैं? किस प्रकार के कामों के लिए हम ऊष्मा का उपयोग करते हैं? यदि हमें ऊष्मा के किसी भी स्रोत के बिना रहना पड़े तो कैसा लगेगा? ऊष्मा के बिना लोग कितने समय तक जीवित रह सकेंगे?	

विद्यार्थियों से चर्चा करें कि सर्दी या 'शीत' का क्या अर्थ होता है। यद्यपि 'शीत' शब्द का तात्पर्य 'ऊष्मा' शब्द के विपरीत होता है, फिर भी वास्तव में वे दोनों एक दूसरे के विपरीत नहीं हैं। वास्तव में शीत ऊष्मा की अनुपस्थिति की दशा होती है।

इन सभी चर्चाओं में सावधानी बरतें कि सदैव संज्ञा 'ऊष्मा' का प्रयोग करें, विशेषण 'ऊष्ण' का या गरम का नहीं। बच्चों को याद दिलाएँ कि ऊष्मा एक वह चीज है जो ऊर्जा का एक रूप है जो सूर्य से, अग्नि से या और कहीं से आती है। परंतु ऊष्ण विशेषण है जो किसी वस्तु या किसी व्यक्ति की दशा का वर्णन करता है।

बच्चों से ऊष्मा से चलने वाले इंजनों की चर्चा कीजिए जैसे—वाष्प इंजन, गैसोलीन इंजन, जेट इंजन और राकेट इंजन।

5 (ख). ऊष्मा विभिन्न स्रोतों से प्राप्त होती है मनुष्य कई स्रोतों से ऊष्मा प्राप्त करता है। इन स्रोतों के

साधारण उदाहरण अग्नि से और सूर्य से ऊष्मा का प्राप्त करना है। इनके अतिरिक्त बिजली से भी ऊष्मा प्राप्त की जा सकती



है। इसे नाभिकीय या न्यूक्लीय रिएक्टरों से भी प्राप्त किया जा सकता है। गति से भी ऊष्मा प्राप्त की जा सकती है, जैसा कि घर्षण के तापन प्रभाव से पता चलता है। इसी से मिलती-जुलती एक स्थिति वह होती है जब सामग्रियों, जैसे हवा का संपीड़न करने से ऊष्मा मिलती है। इस उप-संकल्पना में विद्यार्थियों को ऊष्मा के बहुत-से स्रोतों को प्रत्यक्ष देखने का अवसर मिलेगा

इसके अतिरिक्त वे यह भी देखेंगे कि इन सभी स्रोतों में क्या समानता है, और इस तरह वे, ऊष्मा यथार्थ में क्या होती है इसका एक उत्कृष्ट विचार ग्रहण करेंगे। नीचे कुछ ऐसी क्रियाएँ दी गई हैं जिनसे विद्यार्थी ऊष्मा के स्रोतों के बारे में और ऊष्मा के स्वरूप के बारे में भी अधिक ज्ञान प्राप्त कर सकेंगे।

चर्चा	ऊष्मा के सामान्यतः-स्रोत क्या हैं ?
<p>पिछली चर्चा में विद्यार्थियों से यह सोचने के लिए कहा गया था कि वे किन अवसरों पर ऊष्मा का उपयोग करते हैं। अब उन्हें इस बारे में विचार करने के लिए प्रोत्साहित कीजिए कि इस ऊष्मा के स्रोत कौन-कौन से हैं। इन स्रोतों के सबसे सामान्य उदाहरण हैं— सूर्य से ऊष्मा, अग्नि से ऊष्मा, और खाद्य पदार्थों से ऊष्मा (जो शरीर को गर्मी देती है)। विद्यार्थी यह भी सोचेंगे कि बिजली से भी ऊष्मा मिलती है, जैसे बिजली के हीटरों से। न्यूक्लीय रिएक्टरों से भी यह</p>	<p>मिलती है। यदि वे न बताएँ तो उनका ध्यान इस ओर खींचें कि गति से भी ऊष्मा मिलती है। एक अन्य सामान्य उदाहरण दिया जाएगा रगड़ (घर्षण) से प्राप्त ऊष्मा का। उन्हें याद दिलाएँ कि जब किसी धातु की पत्ती को जोर से मोड़ा जाए तो वह प्रायः गर्म हो जाती है। उन्हें यह भी याद दिलाएँ कि जब साइकिल पंप से भरते समय हवा को दबाया जाता है तो पंप की नली भी गर्म हो जाती है।</p>

अन्वेषण	घर्षण से हम ऊष्मा कैसे प्राप्त कर सकते हैं ?	आवश्यक सामग्री लकड़ी का छोटा-सा टुकड़ा, रोगमाल (रेतपत्र)
<p>किसी बच्चे से कहें कि वह रोगमाल से किसी लकड़ी के टुकड़े को जोर से रगड़े। बहुत जल्दी ही उसे पता चलेगा कि रोगमाल काफी गर्म हो गया है। रोगमाल</p>	<p>या लकड़ी के बिना भी वे अपनी दोनों हथेलियों को जोर से रगड़ कर ऊष्मा का अनुभव कर सकते हैं।</p>	

विद्यार्थियों को यह अनुभव कराएँ कि साइकिल के टायर को फुलाने में साइकिल पंप से हवा भरते समय पंप की नली से ऊष्मा आ रही है। उन्हें बताएँ कि यह ऊष्मा घर्षण से नहीं आती, परंतु वायु के संपीड़न से आती है।

विद्यार्थियों से इस बात की चर्चा करें कि आदि युग के मनुष्य किस तरह लकड़ी के दो टुकड़ों को आपस में जोर से रगड़ कर आग पैदा करते थे। इस्पात पर चकमक पत्थर मारने से भी चिनगारियाँ निकलती हैं, जो इस बात का उदाहरण हैं कि लगभग इसी तरीके से ऊष्मा पैदा होती है।

**5 (ग). ऊष्मा के सभी स्रोत ऊर्जा के भी स्रोत होते हैं**

वयस्क सरलता से समझ जाते हैं कि ऊष्मा का ऊर्जा से घनिष्ठ संबंध है। इस उप-संकल्पना में विद्यार्थियों को यह बात केवल बताई ही नहीं जाएगी, बल्कि उन्हें स्वयं इस विचार

का विकास करने दिया जाएगा। ऊर्जा के बारे में उन्हें पर्याप्त सामान्य जानकारी है और इससे वे अभिज्ञ हैं कि ऊर्जा का स्रोत क्या है? यहाँ कुछ ऐसी क्रियाएँ दी गई हैं जिनसे विद्यार्थी यह जान सकते हैं कि ऊष्मा के स्रोत ऊर्जा के भी स्रोत होते हैं।

चर्चा	क्या ऊष्मा के स्रोतों का ऊर्जा से कोई संबंध होता है ?
हाल में बच्चे ऊष्मा के जिन सामान्य स्रोतों की चर्चा करते रहे हैं उनकी विवेचना कीजिए। इनमें से कुछ स्रोत हैं—सूर्य, अग्नि, ज्वलनशील ईंधन, खाद्यान्न सहित रासायनिक ऊर्जा, न्यूक्लीय रिएक्टर, बिजली, घर्षण और गतियों के अनेक उदाहरण। बच्चों को अच्छी तरह समझाएँ कि इनमें से प्रत्येक ऊर्जा का स्रोत है। उन्हें यह समझने में मदद करें कि सारे ऊष्मा के स्रोतों का स्वयं ऊर्जा का स्रोत होना यह बताता है कि ऊष्मा स्वयं भी ऊर्जा हो सकती है। यह तथ्य सत्य ही है। विद्यार्थियों को याद दिलाएँ कि उन्हें या उनके	माता-पिता को जिस चीज की जरूरत होती है उसके लिए आमतौर पर उन्हें पैसा चुकाना पड़ता है, जैसे ईंधन, खाद्यान्न और बिजली के लिए वे पैसा देते हैं। (घूष अभी भी मुफ्त मिलती है)। उन्हें यह भी याद दिलाएँ कि लोगों को ऊर्जा प्रत्यक्ष या परोक्ष रूप में खरीदनी पड़ती है (जैसे—पेट्रोल, पशुओं के लिए चारा, रेलवे का टिकट आदि)। उन्हें समझाएँ कि इससे भी यही पता चलता है कि ऊष्मा भी ऊर्जा का ही एक रूप हो सकती है।

**अच्छी तरह समझने के लिए**

उपर्युक्त क्रियाएँ यह साबित करने के लिए नहीं बताई गई कि ऊष्मा ऊर्जा का एक रूप है। इसके प्रमाण तो सैकड़ों वर्षों से उपलब्ध हैं। लेकिन दो सौ वर्ष पूर्व तक विश्व के प्रमुख वैज्ञानिकों को इस बात का कभी संदेह नहीं हुआ था कि ऊष्मा ऊर्जा का एक रूप है। अध्यापकों को इस बारे में बहुत सावधान रहना चाहिए कि वे विद्यार्थियों को जल्दबाजी में किसी निष्कर्ष पर पहुँचने के लिए न तो प्रोत्साहित करें और न ऐसा होने दें। उनका अभी इतना जानना ही पर्याप्त होगा कि इस बात की संभावना है कि ऊष्मा ऊर्जा का एक रूप हो। नीचे दी गई उपसंकल्पना में इस महत्वपूर्ण विचार का विकास करने पर और अधिक ढंग से ध्यान दिया जाएगा।

**5 (घ). ऊष्मा को गति ऊर्जा में परिवर्तित (उत्पन्न) किया जा सकता है**

यह जानना रोचक और महत्वपूर्ण है कि कुछ प्रकार की गतियों में ऊर्जा प्राप्त की जा सकती है। जब दो सतहें एक दूसरे के ऊपर से हो कर चलती हैं तो उनके घर्षण से ऊष्मा पैदा होती है। यह इस बात का स्पष्ट उदाहरण है कि गति से ऊष्मा पैदा होती है। ऐसे अन्य उदाहरणों की चर्चा पिछली उप-संकल्पनाओं में की जा चुकी है। इससे यह स्पष्ट रूप में पता चलता है कि ऊष्मा और गति में कोई संबंध अवश्य है। नीचे कुछ ऐसे प्रयोग दिए गए हैं जिनसे विद्यार्थियों को गति और ऊष्मा के संभावित संबंध को समझने में सहायता मिलेगी और इस तरह वे ऊष्मा के स्वरूप के बारे में और अधिक जानकारी प्राप्त कर सकेंगे।

अन्वेषण	क्या गति को ऊष्मा में बदला जा सकता है ?	आवश्यक सामग्री कील, हथौड़ा, पीतल की पट्टी, रबड़ का फीता
यहाँ गति से ऊष्मा पैदा करने की तीन रीतियाँ दी गई हैं। विद्यार्थियों के एक छोटे समूह को ये तीनों		

प्रयोग करके देखने दीजिए और इनके परिणामों की तुलना करने दीजिए। एक कील को एक पत्थर पर रखिए और फिर ऊपर से कई बार जोर से ठोकिए। कील गर्म हो जाएगी। एक रबड़ के फीते को होठों के पास रख कर अचानक ही जोर से खींचिए। खींचने के तत्काल बाद ऊष्मा का अनुभव होगा। धातु की

एक पट्टी को जल्दी-जल्दी कई बार आगे-पीछे मोड़िए। जहाँ से पट्टी मुड़ती है, वह स्थान गर्म हो जाता है। विद्यार्थियों को यह समझने में सहायता दीजिए कि यह ऊष्मा किसी किस्म की गति से उत्पन्न हुई है। इससे लगता है कि ऊष्मा गति का एक रूप हो सकती है।

विद्यार्थियों से चर्चा कीजिए कि जब उल्काएँ बाह्य वायुमंडल में प्रवेश करती हैं, घर्षण से श्वेत-तप्त हो जाती हैं। वायुमंडल में पुनः प्रवेश करने वाले कृत्रिम उपग्रह निश्चित रूप से ऐसे बनाए जाने चाहिए कि वे उत्पादित प्रचंड ऊष्मा को सहन कर सकें।

5 (ड). ऊष्मा को गति में परिवर्तित किया जा सकता है जिस तरह ऊष्मा गति से प्राप्त की जा सकती है (देखिए ऊपर की उपसंकल्पना) उसी तरह ऊष्मा गति में परिवर्तित की जा सकती है। वास्तव में मनुष्य ऊष्मा का उपयोग प्रायः करता है। वाष्प-इंजन, पेट्रोल-इंजन, और ईंधन का उपयोग करनेवाले अन्य इंजन इसके उदाहरण हैं। इस उपसंकल्पना का उद्देश्य यह नहीं है कि बच्चे इन ऊष्मा-इंजनों को चलाए

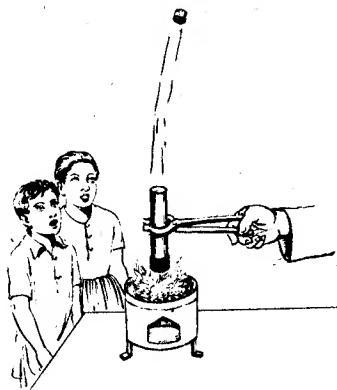
की विस्तृत जानकारी प्राप्त करें। यहाँ आशा की जाती है कि विद्यार्थी इन साधनों के सामान्य स्वरूप के बारे में कुछ सीख सकेंगे और ऊष्मा व इंजनों से मिलनेवाली यांत्रिक ऊर्जा के संबंध के बारे में कुछ जान सकेंगे। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग दिए गए हैं जिनसे विद्यार्थी ऊष्मा इंजनों और ऊष्मा के स्वरूप को और अधिक अच्छी तरह समझ सकेंगे।

अन्वेषण

ऊष्मा 'तोप' से हम क्या सीख सकते हैं ?

आवश्यक सामग्री

धातु का एक पाइप, जो एक सिरे से बंद हो, रबड़ की डाट, प्लास या चिमटी, ऊष्मा का स्रोत



चित्र 4-61

ऊष्मा पाइप के अंदर का दबाव बढ़ाती है। जब डाट तेजी से बाहर निकलती है तब ऊर्जा गति में परिवर्तित हो जाती है।

धातु का एक पाइप लें जिसका व्यास दो सेंटीमीटर हो और लंबाई 15-20 सेंटीमीटर हो। बेल्लिंग से या नल लगाने वाले से इस पर धातु की टोपी कसवा करके इस नल का एक सिरा बंद कर दें। अब नल में कुछ घन सेंटीमीटर पानी भर दें और उस पर कस कर डाट लगा दें। फिर चिमटी या प्लास से पाइप को पकड़ें (ताकि आप का हाथ न जल जाए) और उसके निचले सिरे को गर्म करें, जैसा कि चित्र 4-61 में दिखाया गया है। कुछ मिनट बाद अंदर का पानी उबलने लगेगा, भाप का दबाव बढ़ता जाएगा और रबड़ की डाट का गोला "तोप" से छूट जाएगा।

विद्यार्थियों को इसे देखने में मज़ा आएगा। उन्हें यह प्रतीक्षा करने में भी मज़ा आएगा कि बह डाट कब गोली की तरह छूटती है। रबड़ की डाट जब छूटेगी तो न तो किसी को कोई चोट लगेगी और न किसी

को नुकसान होगा यद्यपि वह हवा में कई मीटर ऊँचा उछल जाएगी। यह ऊष्मा (ज्वाला से प्राप्त) को यांत्रिक ऊर्जा (रबड़ की डाट की गति) में परिवर्तित करने का स्पष्ट और उत्साहवर्द्धक उदाहरण है।

चर्चा	ऊष्मा इंजनों के बारे में हम क्या जानते हैं ?
विद्यार्थियों से ऐसे ऊष्मा इंजनों के सामान्य स्वरूप की चर्चा करें, जिनसे वे परिचित हैं। बड़ी सड़कों पर पेट्रोल इंजन और डीजल इंजन आमतौर पर चलते देखे जाते हैं और अधिकांश रेल-गाड़ियों को वाष्प-इंजन खींचते हैं। नौदक वाले वायुयान ईंधन के लिए पेट्रोल का उपयोग करते हैं और जेट वायुयान मिट्टी के तेल का। अंतरिक्ष यान छोड़ने वाले राकेट भी ईंधन का उपयोग करते हैं और वे भी ऊष्मा के	माध्यम से गति प्रदान करते हैं। विद्यार्थियों को बताइए कि इन सब उदाहरणों में ऊष्मा (यांत्रिक ऊर्जा) का उपयोग गति पैदा करने में किया गया है। इससे उन्हें इस निष्कर्ष पर पहुँचाइए कि इससे यह प्रबल सुभाव मिलता है कि ऊष्मा स्वयं ही ऊर्जा का एक रूप है और हो सकता है कि किसी किस्म की गति से इसका निकट संबंध हो।

#### अच्छी तरह समझने के लिए

वयस्क इस बात को जानते हैं कि ऊष्मा ऊर्जा का एक रूप है। वे यह भी जानते हैं कि कम से कम सामान्य तौर से ऊष्मा का अणुओं की गति से भी संबंध होता है। विज्ञान की कई पुरानी पाठ्यचर्याओं में विद्यार्थियों को यह सिद्धांत मात्र बता दिया जाता है और शायद इसे स्पष्ट करने के लिए कुछ उदाहरण भी दे दिए जाते हैं। परंतु यहाँ हमारा दृष्टिकोण पुराने ढंग से बिल्कुल भिन्न है। यहाँ विद्यार्थियों को इस बात का अवसर दिया जाता है कि वे स्वयं अपने अनुभवों के बारे में सोचें। और छोटी-छोटी बातों को भी ध्यान से देखें। इनके आधार पर ही उन्हें ऊष्मा के स्वरूप के बारे में स्वयं अपने विचार विकसित करने में सहायता दी जाती है।

यहाँ से प्रारंभ करके अगले कुछ वर्षों में ऊष्मा के स्वभाव के बारे में वे अधिकाधिक अर्थपूर्ण विचार विकसित कर सकेंगे। शिक्षक को यह पता होना चाहिए कि विद्यार्थी का विकास किस दिशा में होगा। तथापि उसे विद्यार्थियों को इसके लिए विवश नहीं करना चाहिए कि वे निष्कर्षों को जल्दबाजी में स्वीकार कर लें। ऊष्मा के भाव की वर्तमान संकल्पना यह है कि यह अणुओं की गति से संबंधित है। परार्थ जितना गर्म होगा अणुओं की गति उतनी ही तेज़ होगी। इस कारण उनमें अधिक ऊर्जा आ जाती है। अतः इसमें कोई आश्चर्य की बात नहीं कि गतिज ऊर्जा और ऊष्मा-रूपी ऊर्जा में इतना घनिष्ठ संबंध है। आणविक पैमाने में ऊष्मा को गतिज ऊर्जा माना जा सकता है।

#### 6. पदार्थों की गति का वर्णन करने में चाल की संकल्पना करना उपयोगी।

कक्षा 4 के विद्यार्थियों को चाल की संकल्पना से काफी संपर्क हो चुका है। वे कहते हैं कि एक लड़का दूसरे लड़के से

तेज़ दौड़ सकता है और ए वाले से तेज़ जा सकता है

भी तेज जाते हैं। मनुष्य निमित्त अन्य किसी भी गति-शील वस्तु की अपेक्षा राकेट अधिक तेज गति से जाते हैं।

जिन बच्चों की रुचि यांत्रिक चीजों में है, वे शायद पहले से ही चाल के बारे में बहुत से तथ्य और आँकड़े जानते होंगे। वे शायद जानते हैं कि एक साधारण मोटर-गाड़ी आसानी से 100 किलोमीटर प्रति घंटा चल सकती है, परंतु एक यात्री जेट-यान लगभग 1000 किलोमीटर प्रति घंटा की चाल से उड़ता है। इसके विपरीत चाल के बारे में बहुत से बच्चों की पृष्ठभूमि अत्यंत सीमित होती है। इस मुख्य संकल्पना में इसका आधार यह है कि बच्चों की जो कुछ पिछली जानकारी है उसका लाभ उठाया जाए। और कुछ सरल क्रियाओं से प्राप्त अनुभवों को उसमें जोड़ दिया जाए। आशा है कि इसके

परिणामस्वरूप वे अर्थपूर्ण संकल्पना समझने लगेंगे कि किसी गतिमान वस्तु की चाल से क्या तात्पर्य है।

6 (क). चाल की संकल्पना 'कितनी तेज' और 'कितनी द्रुत' आदि के रूप में की जा सकती है

जब विद्यार्थियों का चाल की संकल्पना से संपर्क होता है तो वे सदैव न तो उन्हीं शब्दों का उपयोग करते हैं और न ही हमेशा ठीक शब्दों का उपयोग करते हैं। वे "चाल", "वेग", "क्षिप्र", "द्रुत", "तेज", "जल्दी से" आदि शब्दों तथा ऐसे ही अन्य सामान्य शब्दों का व्यवहार करते हैं। नीचे कुछ ऐसे प्रयोग दिए गए हैं जिनसे विद्यार्थी अपनी इस संकल्पना को सुधार सकेंगे कि चाल का तात्पर्य क्या होता है और तब चाल का वर्णन करने के लिए समुचित शब्दों का उपयोग भी कर सकेंगे।

चर्चा	हम उस दूर का वर्णन कैसे करें जिससे एक व्यक्ति या वस्तु चलती है ?
बच्चों से कुछ गतिमान वस्तुओं की चर्चा करें जैसे धावक या दौड़ने वाला व्यक्ति, वायुयान और घोड़ा। बच्चों को समझाएँ कि वे यह तुलना करें कि ये चीजें किस दूर से चलती हैं। इनकी गति का वर्णन वे कितने भिन्न-भिन्न शब्दों में कर सकते हैं। वे "तेज" और "मंद" जैसे शब्दों का उपयोग तो करेंगे	ही, उन्हें ऐसे वाक्यांशों का उपयोग करना सिखाएँ जैसे "वायुयान तीव्र चाल से जाता है।" "घोड़ा बहुत मंद चाल से जाता है।" विद्यार्थियों को यह समझने में सहायता करें कि "क्षिप्र", "तेज" और "मंद" जैसे शब्द वास्तव में चाल का ही वर्णन करते हैं जिससे वस्तुएँ चलती हैं।

कई प्रकार की दौड़ें आयोजित करने के लिए एक खेलकूद का दिन रखें। विद्यार्थियों से कहें कि उनके परिणाम बताते समय इस संकल्पना और 'चाल' शब्द का उपयोग करें।

विद्यार्थियों को इस बारे में चर्चा करने को प्रोत्साहन दें कि कौन से जंतु सबसे तेज दौड़ते हैं और कौन सबसे धीमे। इस चर्चा में उन्हें 'चाल' शब्द का ठीक उपयोग करने में सहायता दें।

वाली वस्तु लंबी दूरी थोड़े ही ती है  
यादी विचार दूरी और समय  
चाल से चलती है, उसे  
सम्यता है। या दिए हुए

समयांतर में तीव्र चाल से चलने वाली कोई चीज बहुत अधिक दूरी तय कर सकती है। समय और दूरी के बीच का यह आधारभूत संबंध ही चाल की संकल्पना में निहित है। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग दिए गए हैं जिनसे विद्यार्थियों को इस मूलभूत संबंध को समझने में सहायता मिलेगी।

चर्चा	जिस व्यक्ति को एक फासला या दूरी तीव्र चाल से तय करनी हो, वह किन साधनों का उपयोग करता है ?
<p>विद्यार्थियों से इस बारे में चर्चा कीजिए कि वे पास-पड़ोस की एक जानी पहचानी जगह की यात्रा पर जाने की कल्पना करें। उनसे पूछें कि इस यात्रा में कितना समय लगेगा। उनके उत्तरों से पता चलेगा कि क्या वे यह जानते हैं कि समय लगने की बात इस पर निर्भर करती है कि कोई पैदल चलता है, दौड़ता जाता है, या बैलगाड़ी, साइकिल व मोटर पर चलता है। यद्यपि उनके उत्तरों से इस बात का पता चलता है, किन्तु वे सदा यह नहीं जानते कि वे किस संबंध की चर्चा कर रहे हैं। उन्हें समझाइए कि वे अपना उत्तर निम्नलिखित ढंग की भाषा में दें—“यदि हम तीव्रतर चाल से जाएँ तो पहुँचने में कम समय लगेगा।”</p>	

कक्षा-क्रिया	दस क्षण में अधिकतम दूरी कौन तय कर सकता है ?
<p>अधिकांश दौड़ों का आयोजन यह देखने के लिए किया जाता है कि की दी हुई दूरी को सबसे कम समयांतर में कौन पूरा कर सकता है। यहाँ एक ऐसी दौड़ बताई गई है जो इससे थोड़ी-सी भिन्न है। इसमें हमें देखना है कि दिए हुए समय में सबसे दूर तक कौन जा सकता है। कोई ऐसी जगह चुनिए जहाँ बच्चे सीधी लकीर में 100 मीटर या इसके लगभग दौड़ सकें या साइकिल चला सकें। उन्हें बताइए कि आप (शिक्षक) सारे समूह को एक ही साथ शुरू करने के लिए कहेंगे और फिर यह देखेंगे कि लगभग 10 क्षण की अवधि में कौन सबसे अधिक दूर जा पाता है। यदि कुछ विद्यार्थियों की इच्छा हो तो उन्हें साइकिल पर प्रतियोगिता करने दें। विद्यार्थियों से दौड़ के परिणामों की चर्चा कीजिए। वे अपनी “सहज प्रवृत्ति” से यह जानते हैं कि जो व्यक्ति उपरोक्त समयांतर में सबसे अधिक दूर जाता है, वही सबसे तेज दौड़ने वाला है—अर्थात् उसकी चाल तीव्रतम है। उन्हें समझाइए कि वे इस संबंध में चर्चा निम्नलिखित ढंग की भाषा में करें—“तीव्र चाल से दौड़नेवाला व्यक्ति एक दिए हुए समयांतर में अपेक्षाकृत अधिक दूरी तय कर सकता है।”</p>	

विद्यार्थियों से पूछिए कि किसी दूर के शहर तक कम से कम समय में पहुँचने के लिए वे परिवहन के किन साधनों का उपयोग करेंगे। वे जिस साधन का चुनाव करें—उसके बारे में उनसे तर्क देने को कहिए। उन्हें कहिए कि अपने चुने साधन को चाल के रूप में व्यक्त करें।

6 (ग). किसी वस्तु की चाल इस रूप में व्यक्त की जाती है कि वह एक दी हुई समयावधि में कितनी दूर जाती है

पिछली उपसंकल्पना में विद्यार्थियों को यह बात स्पष्ट रूप से समझाने की चेष्टा की गई है कि तीव्र चाल से चलने

वाली वस्तु दी हुई दूरी को थोड़े समयांतर में तय कर लेती है। उन्होंने यह भी समझा है कि दिए हुए समयांतर में तीव्र चाल से चलने वाली वस्तु अधिक दूर तक जा सकती है। अर्थात् वे इस बात से अच्छी तरह परिचित हो चुके हैं कि चाल, समय और दूरी दोनों से संबंधित होती है। अब वे

इस बात के लिए तैयार हैं कि चाल के अधिक परिशुद्ध अर्थ पर पहली बार ध्यान दे सकें—समय की एक इकाई में तय की गई दूरी। नीचे कुछ ऐसे प्रयोग दिए गए हैं जिनसे विद्यार्थियों

को चाल की परिशुद्ध और सार्थक संकल्पना से परिचित होने में सहायता मिलेगी।

अन्वेषण	हमारे दौड़ने की चाल कितनी होती है ?	आवश्यक सामग्री फीता या मीटर का पैमाना, सेकंड की सुई वाली घड़ी
<p>50 मीटर या 100 मीटर की दूरी मापें। विद्यार्थियों को यह दूरी दौड़ कर पूरी करने को कहें और इसमें लगनेवाले समय को मापें। चाल निकालने के लिए दूरी को दौड़ में लगे सेकंडों से भाग दें। इस तरह यदि दूरी 100 मीटर हो और कोई विद्यार्थी इसे 20 सेकंड में दौड़ कर पूरा करे, तो उसकी चाल 100 मीटर/20 सेकंड या 5 मीटर प्रति सेकंड होगी।</p>		
<p>हो सकता है कि विद्यार्थियों में इस चाल की तुलना अन्य चालों से करने की रुचि हो। एक अच्छा तेज धावक लगभग 10 मीटर प्रति सेकंड दौड़ सकता है। राष्ट्रीय राजमार्ग पर प्रति घंटा 90 किलोमीटर की चाल (इतनी चाल बहुत खतरनाक है) से दौड़ने वाली मोटर 25 मीटर प्रति सेकंड दौड़ती है।</p>		

विद्यार्थियों से चाल के ऐसे तथ्यों की चर्चा करें जिन्हें वे जानते हैं। शायद कुछ विद्यार्थियों को पता हो कि जेट विमान कितनी तेजी से उड़ता है। संभव है उन्होंने यह सुना हो कि किसी तूफान में हवा कितनी तेजी से बह रही थी। कुछ बच्चों ने शायद यह सुन रखा हो कि ध्वनि कितनी तेजी से चलती है या प्रकाश की चाल कितनी होती है। जब वे चाल के बारे में बताएँ तो उन्हें समझाइए कि हर बार यह बताया जाता है कि समय की किसी इकाई में कितनी दूरी तय की गई, जैसे कि किलोमीटर प्रति घंटा या मीटर प्रति सेकंड।

### अच्छी तरह समझने के लिए

अधिक बुद्धिमान विद्यार्थी जल्दी ही यह सीख जाएंगे कि चाल की बहुत संक्षिप्त और निश्चित परिभाषा इस प्रकार है—

“चाल समय की प्रति इकाई में तय की जानेवाली दूरी होती है।”

इस उपसंकल्पना में इस बात में कोई तुक नहीं कि विद्यार्थी ऐसे वाक्य को रटें, यद्यपि शिक्षक के जानने के लिए यह संक्षिप्त परिभाषा बड़ी सुविधाजनक है। यह भी बुद्धिमान न होगी कि विद्यार्थियों को चाल का लंबा-चौड़ा हिसाब लगाने के लिए कहा जाए। केवल इतना ही पर्याप्त है कि जब उन्हें पता हो कि एक निश्चित समयावधि में इतनी दूरी तय की गई है

तो एक-आध बार उन्हें चाल का हिसाब लगाने में सहायता दी जाए (जिसमें केवल सादे भाग की जरूरत होती है) और फिर ऐसे उदाहरणों में संख्याएँ सरल रखी जाएँ और हिसाब लगाना आसान हो। इस उपसंकल्पना का उद्देश्य उन्हें गणित के प्रश्न हल करने का प्रशिक्षण देना नहीं है। परंतु इसका उद्देश्य यह है कि विद्यार्थियों को चाल की संकल्पना के बारे में प्रारंभिक विचार बनाने में सहायता मिले।

कई बार “चाल” की जगह “वेग” शब्द का उपयोग किया जाता है। वास्तव में इन दोनों शब्दों के बीच एक पारिभाषिक अंतर है। परंतु आमतौर पर और कक्षा 4 के विद्यार्थियों के लिए दोनों शब्दों का उपयोग एक ही अर्थ में किया जाता है।

## ऊर्जा और कार्य

### पाँचवीं कक्षा

#### सामान्य दृष्टि

जब विद्यार्थी कक्षा 5 के स्तर तक पहुँचेंगे, इस पाठ्यचर्या पर चलते हुए वे भौतिकी के कुछ सरल परंतु परिशुद्ध संकल्पनाओं से परिचित हो चुके होंगे। उन्हें माप के बारे में पता चल चुका है कि यह क्या है और किस तरह किया जाता है। वे यह भी सीख चुके हैं कि माप के मानकों की आवश्यकता क्यों है। वे दूरी (फ़ासला) और बल, समय और ताप को माप कर देख चुके हैं। दूरी को मापते समय वे यह भी सीख चुके हैं कि दो-विमितीय माप द्वारा (लंबाई और चौड़ाई) सतह का क्षेत्रफल निकाला जा सकता है तथा लंबाई, चौड़ाई और मोटाई को माप कर किसी वस्तु का आयतन निकाल सकते हैं। उन्होंने यह देखा है कि माप के इन मूल सिद्धांतों को कैसे मिला कर नई और उपयोगी संकल्पनाएँ बन सकती हैं। उन्हें कार्य—बल व दूरी के गुणनफल और घनत्व-भार व आयतन के संबंध के बारे में भी पता चल चुका है। उन्होंने दबाव-बल व क्षेत्र के संबंध और चाल-दूरी व समय के संबंध के बारे में भी पढ़ा है।

पहली चार कक्षाओं में इन विद्यार्थियों ने मुख्यतः ऊर्जा के विषय में पढ़ा है, वह भी विशेषकर कार्य के रूप में ऊर्जा। वे यह सीख चुके हैं कि दैनिक जीवन की बहुत-सी बातें यथार्थ में कार्य करने से या कुछ दूरी तक बल के प्रयोग से संबंधित होती हैं। वे यह भी जानते हैं कि कार्य को पूरा करने के लिए किसी स्रोत से ऊर्जा लेनी पड़ती है; और इसके लिए ऊर्जा के अनेक स्रोत होते हैं। कुछ सरल मशीनों के बारे में जानकारी प्राप्त करते समय इन विद्यार्थियों ने यह भी सीखा है कि मनुष्य

ने किस तरह मशीनों को तैयार किया है ताकि काम-काज को अपेक्षाकृत सरलता से, अधिक प्रभावकारी व अधिक सुरक्षित ढंग व बिना अधिक परिश्रम के किया जा सके।

विद्यार्थियों ने ऊर्जा के बारे में कुछ बहुत सामान्य और महत्वपूर्ण बातें भी सीखी हैं। वे जान चुके हैं कि ऊर्जा बहुत-से स्रोतों से प्राप्त की जा सकती है और वह अनेक रूपों में विद्यमान है। उन्हें पता है कि ऊर्जा के एक रूप को दूसरे रूप में बदला जा सकता है। विशेष कर वे ऊष्मा-ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा (कार्य) में बदल कर देख चुके हैं, और फिर इसका उलट भी कर चुके हैं। ऊष्मा के गति-मूलक आणविक सिद्धांत को, और ऊर्जा के संरक्षण के सिद्धांत को समझने योग्य बुद्धि का विकास उनमें हो चुका है।

यहाँ कक्षा 5 में विद्यार्थी सरल भौतिकी को कुछ और आगे तक समझेंगे। पहली मुख्य संकल्पना से सरल मशीनों के बारे में अब तक वे जितनी संकल्पनाएँ जानते हैं, उसमें और वृद्धि होगी। दूसरी बड़ी संकल्पना के अंतर्गत उसमें वे उत्प्लावन बलों के सामान्य सिद्धांत का विकास करेंगे, जिसे आर्किमीडिज का सिद्धांत भी कहते हैं। तीसरी मुख्य संकल्पना के अंतर्गत वे अपने जाने-पहचाने अनुभवों को नई दृष्टि से देखेंगे और पहली बार उन्हें संहति (द्रव्यमान) की संकल्पना के बारे में कुछ जानकारी होगी।

अंतिम तीन उपसंकल्पनाएँ वस्तुओं की गति, वस्तुओं के द्रव्यमान व उनकी गति, और गति उत्पन्न करने वाले बलों के बीच के संबंधों के बारे में हैं। इस कक्षा में इन संकल्पनाओं



की प्रारम्भिक चर्चा की जाएगी, किन्तु ये प्रारम्भिक बातें बड़ी ठोस हैं और अगली कक्षाओं में नई बातें सीखने के लिए सुदृढ़ नींव का काम देती हैं।

इस कक्षा में सीखने की एक मुख्य वस्तु यह है कि इसमें पढ़ाने व सीखने का दृष्टिकोण अपनाया गया है। पिछली कक्षाओं की तरह ही यह दृष्टिकोण भी विद्यार्थियों के प्रत्यक्ष अनुभवों पर आधारित है। कुछ अनुभव तो उन्हें अपने दैनिक जीवन में ही होते हैं और कुछ ऐसी सरल क्रियाएँ हैं जिनका

वर्णन अध्यापक-पुस्तिका या हैंडबुक में किया गया है। प्रमाण के आधार पर इन संकल्पनाओं तक स्वयं पहुँचने में विद्यार्थियों की सहायता की जाती है। यह दृष्टिकोण केवल रटने की अपेक्षा कहीं अधिक श्रेष्ठ है। ऐसे दृष्टिकोण से अर्थपूर्ण ज्ञान मिलता है, सीखने के लिए विद्यार्थी उचित रूप से तत्पर रहता है और उसे पता चलता है कि वैज्ञानिकों ने प्रमाणों के आधार पर किस तरह ज्ञान प्राप्त किया।

### 1. सरल मशीनें ऊर्जा के रूप में समझी जा सकती हैं

कक्षा 5 के विद्यार्थियों को सरल मशीनों की पृष्ठभूमि की पर्याप्त जानकारी हो चुकी होती है। वे जानते हैं कि कार्य का तात्पर्य कुछ दूरी तक बल का प्रयोग करना होता है। उन्हें पता है कि लोग सरल मशीनों का उपयोग इसलिए करते हैं कि अपने काम में उन्हें सहायता मिले। परन्तु मशीनें स्वयं कोई काम नहीं कर सकती। पिछली कक्षाओं में विद्यार्थियों ने कार्य का उल्लेख ऊर्जा रूप में किया है और वे जानते हैं कि सरल मशीनों को चलाने के लिए कुछ ऊर्जा स्रोतों की, आमतौर पर मानवीय पेशियों के बल की, आवश्यकता होती है।

कक्षा 5 में विद्यार्थी सरल मशीनों के परिचालन को अधिक निकट से देखेंगे। उन्हें ऊर्जा और कार्य का जो ज्ञान है उसके आधार पर वे इनका विश्लेषण करेंगे। उन्हें पता चलेगा कि इन संकल्पनाओं से सरल मशीनों को समझने में बहुत आसानी हो जाती है। इसी के साथ नए उदाहरणों द्वारा वे ऊर्जा के स्वरूप को भी और अधिक समझ सकेंगे।

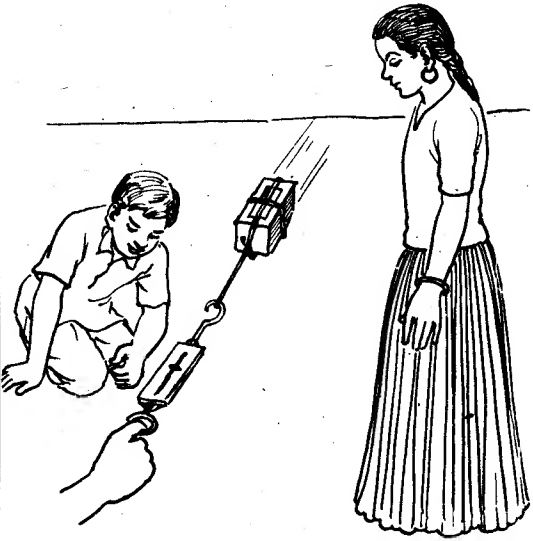
1 (क). किसी दूरी को तय करने के लिए जब बल लगाया जाता है, तो किया गया कार्य, बल और दूरी के

#### गुणनफल के बराबर होता है

इन विद्यार्थियों को यह पहले से पता है कि वैज्ञानिक दृष्टि से कार्य तब होता है जब बल एक दूरी तक लगे। इन विद्यार्थियों ने अधिकांश सरल उदाहरणों द्वारा किए गए कार्य की गणना की है। वे जानते हैं कि जब 5 किलोग्राम की एक वस्तु को 3 मीटर की दूरी तक उठाया जाए तो किया गया कार्य 15 किलोग्राम-मीटर होता है। अब इस अवबोध की विवेचना की जा सकती है, और इसमें कई अन्य बातें भी जोड़ी जा सकती हैं। इस विशेष संबंध, अर्थात् कार्य बराबर है बल और दूरी के गुणनफल के, ( $W = F \times D$ ) को और अधिक स्पष्टतापूर्वक व्यक्त किया जा सकता है। बच्चे सीख चुके हैं कि यह सिद्धांत उन वस्तुओं पर लागू होता है जो ऊर्ध्वाधर उठाई जा रही हों। यह संबंध किसी भी बल पर जो किसी भी दूरी तक काम करे लागू होता है। यहाँ जो क्रियाएँ सुझाई गई हैं, वे विद्यार्थियों के कार्य को और अधिक गहराई से समझने में समर्थ होंगी।

चर्चा	कार्य के बारे में हम पहले से क्या जानते हैं ?
विद्यार्थी कार्य के बारे में पहले से जो कुछ जानते हैं, उसके बारे में उनसे चर्चा की जाए। उन्हें यह जानना चाहिए कि विज्ञान में कार्य का एक विशेष अर्थ है— बल को दूरी तक लगाया जाना। उन्हें यह पता होना चाहिए कि जब कभी कोई बल किसी दूरी तक लगता है तो कार्य होता है। वे इस सरलतम उदाहरण से अच्छी	तरह परिचित हैं कि जब कभी कोई वस्तु ऊपर को उठाई जाती है तो शीर्ष दूरी पर बल लगता है। उन्हें स्मरण दिलाना चाहिए कि ऐसे उदाहरणों में जो कार्य किया जाता है, वह बल (वस्तु के भार) को उस वस्तु के उठाने की शीर्ष दूरी (ऊँचाई) से गुणा करने से प्राप्त होता है।

<b>प्रदर्शन</b>	<b>हम किए गए काम की गणना कैसे लगा सकते हैं ?</b>	<b>आवश्यक सामग्री</b> ईंट, कमानीदार तुला, पैमाना, डोरी
-----------------	--	---



चित्र 4-62

इस ईंट को घसीटने में जो कार्य हुआ है वह प्रयुक्त बल तथा तय की गई दूरी का गुणनफल है।

कोई वस्तु उठाई नहीं जा रही है—तब भी कार्य हो रहा है—यह इस तथ्य का प्रदर्शन है। एक कमानीदार

तुला और डोरी लेकर ईंट को फर्श पर घसीटने का प्रयास करें (देखिए चित्र 4-62)। ईंट को धीमे-धीमे और समान चाल से खिसकवाइए। विद्यार्थियों को दिखाइए कि कमानीदार तुला से पता चलता है कि कितने बल की आवश्यकता पड़ रही है। फर्श पर ईंट जो दूरी तय करे उसे मापिए। विद्यार्थियों को याद दिलाइए कि यह ईंट को शीर्ष दूरी पर उठाने का संरल उदाहरण नहीं है। ईंट का भार ज्ञात कीजिए और यह बताइए कि ईंट को फर्श पर घसीटने में जो बल लगा है वह ईंट के भार के बराबर नहीं है। फिर भी इस उदाहरण में बल ने एक दूरी तय की। इसलिए इस उदाहरण में भी कार्य हो रहा है। यह पता लगाने के लिए कि कितना कार्य हुआ है, बल को उतनी दूरी से गुणा करें जितना उसने तय किया है। उदाहरण के लिए, यदि कमानीदार तुला से पता चलता है कि 300 ग्राम बल लगा था और ईंट को 25 सेंटीमीटर घसीटा गया तो किया गया कार्य इन दोनों के गुणनफल के बराबर है, अर्थात्  $300 \text{ ग्राम (बल)} \times (\text{गुणित}) 25 \text{ सेंटीमीटर (दूरी)} = 7500 \text{ ग्राम सेंटीमीटर}।$

### अच्छी तरह समझने के लिए

उपर्युक्त उदाहरण में बल को ग्रामों में और दूरी को सेंटीमीटरों में मापा गया था। चूँकि कार्य बल और दूरी के गुणनफल के बराबर है, इसलिए उसमें इन दोनों की इकाइयाँ सन्निहित हैं। इसीलिए इस गुणनफल या परिणाम को ग्राम-सेंटीमीटरों में व्यक्त किया जाता है। यदि बल अपेक्षाकृत अधिक होता तो उसे ग्राम-बल की जगह किलोग्राम-बल में भी मापा जा सकता है, और यदि दूरी अधिक होती तो उसे सेंटीमीटर के स्थान पर मीटरों में व्यक्त किया जा सकता है। तब कार्य ग्राम-सेंटीमीटरों की जगह किलोग्राम मीटरों में

बताया जाता। किसी भी दशा में कार्य को व्यक्त करते समय उसमें बल की इकाई और दूरी की इकाई दोनों का ही समावेश होना आवश्यक है, भले ही वह इकाई कोई भी क्यों न हो।

शिक्षकों और विद्यार्थियों को यह स्पष्ट रूप से समझ लेना चाहिए कि कार्य पूरा करने में कितने बल और कितनी दूरी की आवश्यकता होती है। बल वह असली बल है जो लगाया गया है। जब किसी वस्तु को उठाया जाता है तो बल वस्तु के भार के बराबर होता है। अन्य उदाहरणों में यह बात नहीं होती। ऊपर जिस क्रिया की चर्चा की गई है उसमें वास्तविक बल वस्तु का भार नहीं बल्कि ईंट और फर्श के बीच का घर्षण-बल है। इस उदाहरण में दूरी वह है जितनी दूरी तक बल

लगाया गया है। इसमें दूरी न तो ईंट की लंबाई थी और न ही डोरी की लंबाई, जिससे ईंट बाँधी गई थी। यह दूरी वह थी जितनी दूरी तक बल लगाया गया था—अर्थात् जितनी दूरी तक ईंट को फर्श पर घसीटा गया था।

जब विद्यार्थी कुछ बड़े हो जाएँगे तो वे कार्य का एक सरल गणितीय सूत्र सीखेंगे। यह सूत्र है  $W = F \times D_1$  (शु कार्य = बल  $\times$  दूरी)। वास्तव में यह गणित का एक संक्षिप्त और परिशुद्ध “वाक्य” है। सरल भाषा में इस सूत्र का जो अर्थ है विद्यार्थी उसे पहले से जानते हैं—अर्थात् किसी दी हुई दशा में कार्य बराबर होता है बल और दूरी के गुणनफल के। गणितीय सूत्र में इसे जिस संक्षिप्त और सीधे ढंग से बताया गया है संभव है वह कुछ विद्यार्थियों को पसंद आए। तथापि यह सूत्र उन विद्यार्थियों को बताना आवश्यक नहीं जिन्हें इसे गणितीय सूत्र के स्थान पर शब्दों में बताना अधिक अच्छा लगे। चाहे किसी भी रूप में बताया जाए तात्पर्य यही है कि कार्य बराबर होता है वास्तव में लगाए गए बल को उस दूरी से गुणा करना जितनी दूरी तक बल लगाया गया है।

1 (ख). किसी सरल मशीन का उपयोग जब किसी कार्य को करने के लिए किया जाता है तो वह कार्य उस मशीन के ‘आदान सिरे’ पर होता है

विद्यार्थी यह पहले ही सीख चुके हैं कि सरल मशीन को चलाने में कुछ ऊर्जा लगती है। यह ऊर्जा कार्य के रूप में होती

है—मशीन पर बल लगाया जाता है जिससे मशीन में गति पैदा होती है। मशीन का वह भाग जहाँ यह काम किया जाता है मशीन का “आदान सिरे” कहलाता है। इसलिए मशीन पर किए गए कार्य को कार्य आदान कहते हैं जिसे प्रायः संक्षेप में  $W_1$  (डब्ल्यू-सब-आई) से अंकित करते हैं। कार्य के किसी भी उदाहरण की तरह, यह भी बल और दूरी के गुणनफल के बराबर है। इस उदाहरण में भी मशीन के आदान सिरे पर लगाए गए बल को उस दूरी से गुणा किया गया है जितनी दूरी तक बल लगाया गया है। इस बल को आमतौर से बल-आदान और संक्षेप में  $F_1$  (एफ-सब-आई) से अंकित करते हैं। दूरी वह ली जाती है जितनी दूर तक बल आदान वास्तव में लगता है। यही दूरी-आदान होता है जिसे अक्सर संक्षेप में  $D_1$  (डी-सब-आई) से अंकित करते हैं।

फलन: गणितीय भाषा में कार्य आदान को इस तरह लिखते हैं—  $W_1 = F_1 \times D_1$

देखिए गणितीय भाषा में यह कितनी सुगमता से व्यक्त किया जा सकता है।

बच्चों को सरल मशीनों के चलाने से जो अनुभव होगा, उससे उन्हें इस सिद्धांत के समझने में आसानी होगी। नीचे कुछ प्रयोग बताए गए हैं जो यह सिद्धांत समझने में विद्यार्थियों की सहायता करेंगे:

<p><b>प्रदर्शन</b></p>	<p><b>हम एक नत-समतल के कार्य-आदान का पता कैसे लगा सकते हैं ?</b></p>	<p><b>आवश्यक सामग्री</b> सीधा चिकना तंक्ता, पहियोंवाली छोटी गाड़ी, कमानीदार तुला, मीटर का पैमाना, डोरी</p>
<p>एक नत-समतल को इस तरह रखिए जैसा कि चित्र 4-63 में दिखाया गया है। कमानीदार तुला की सहायता से पहिएदार गाड़ी को नत-समतल पर ऊपर की तरफ खींचिए। गाड़ी को धीमे-धीमे और एक-सी गति से ऊपर खींचिए और ऐसा करते समय कमानीदार तुला पर पाठ्यांक को नोट कीजिए। जब सरल मशीन को इस तरह उपयोग में लाया जाता है तो यह बल आदान <math>F_1</math> होता है। दूरी-आदान <math>D_1</math> वह दूरी है जिस दूरी तक बल लगाया गया है ताकि गाड़ी को फर्श के स्तर से उठा कर समतल की चोटी तक पहुँचा दिया जाए। कार्य आदान <math>W_1</math> पता लगाने</p>		<div data-bbox="810 1323 1318 1626" data-label="Image"> </div> <p>चित्र 4-63 एक नत समतल का कार्य-आदान प्रयुक्त बल तथा दूरी, जहाँ तक बल आदान लगता है, का गुणनफल है।</p>

के लिए  $F_i$  को  $D_i$  से गुणा कीजिए। इस बात का ध्यान रखें कि गुणनफल में बल की इकाइयाँ और दूरी की इकाइयाँ दोनों ही सम्मिलित हों। विद्यार्थियों का ध्यान इस बात की ओर दिलाएँ कि  $F_i$  गाड़ी का

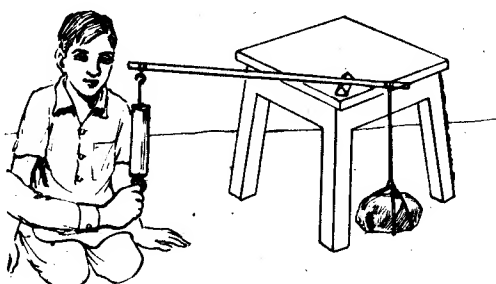
भार नहीं है। इसी तरह  $D_i$  तस्ते की ऊँचाई नहीं है। यह वह दूरी है जिस दूरी तक बल आदान लगता है। इस उदाहरण में यह नत-समतल की—तस्ते की, लंबाई है।

### प्रदर्शन

हम एक लीवर का कार्य-आदान कैसे जान सकते हैं ?

### आवश्यक सामग्री

सीधा चिकना तस्ता, पहियों वाली छोटी गाड़ी, कमानीदार तुला, मीटर पैमाना, डोरी



चित्र 4-64

यह कमानीदार तुला 200 ग्राम तक का बल प्रदर्शित करती है। जब यह 20 सेंटीमीटर की दूरी से कार्य करती है तो 4,000 ग्राम-सेंटीमीटर कार्य हो जाता है। निर्गत बल 800 ग्राम तक तथा निर्गत दूरी 5 सेंटीमीटर होती है।

एक सरल लीवर को इस तरह लगाएँ जैसा कि चित्र 4-64 में दिखाया गया है। इस प्रदर्शन में लीवर का उपयोग एक पत्थर को उठाने में किया जाएगा। जैसा कि चित्र में दिखाया गया है, कमानीदार तुला से पत्थर को अवलंब दें। उदाहरण में पत्थर को उठा लेना आवश्यक नहीं। प्रायः सरलता इसमें है कि कमानीदार तुला द्वारा नापे गए बल से पत्थर को सहारा मात्र ही दिया जाए। यह बल है बल-आदान,

$F_i$ । दूरी आदान  $D_i$  को मापने के लिए एक विशिष्ट उपाय करना पड़ेगा। मान लीजिए कि उक्त रेखाचित्र में लीवर का उपयोग पत्थर को 5 सेंटीमीटर की दूरी तक ऊँचा करने के लिए किया गया है और इसके लिए आवश्यक बल आदान को 20 सेंटीमीटर की दूरी तक लगाया गया है। यही  $D_i$  है। तब कार्य आदान  $W_i$  इस उदाहरण में बल  $F_i$  200 ग्राम और  $D_i$  दूरी 20 सेंटीमीटर के गुणनफल के बराबर है। इन दोनों का गुणनफल हुआ  $W_i$  200 ग्राम  $\times$  20 सेंटीमीटर या 4000 ग्राम-सेंटीमीटर। यहाँ इस बात पर ध्यान दीजिए कि कार्य आदान को व्यक्त करने में बल की और दूरी दोनों की इकाइयाँ ली गई हैं। विद्यार्थियों को यह बात जोर देकर समझाएँ कि बल आदान उठाए जाने वाले पत्थर का भार नहीं है। इसी प्रकार दूरी आदान भी पत्थर का आकार नहीं है और न ही वह आलंब की ऊँचाई है। विद्यार्थी प्रायः यह सोचते हैं कि यह लीवर की लंबाई है। यह ठीक नहीं है। दूरी आदान भी वह दूरी है जिस पर किसी दिए हुए काम को पूरा करने के लिए आदान बल लगाया गया है।

जिन अन्य सरल मशीनों से विद्यार्थी परिचित हैं उनके आदान कार्य की चर्चा कीजिए। उदाहरण के तौर पर उनसे पच्चड़, 'स्कू जैक' या बेलन चर्खी की चर्चा करें। उन्हें बल आदान और दूरी आदान ढूँढने में मदद करें। यदि संभव हो तो  $F_i$  और  $D_i$  को मापें और उनसे  $W_i$  का हिसाब लगाएँ।

**1 (ग). किसी सरल मशीन का उपयोग जब किसी कार्य को करने के लिए किया जाता है तो वह मशीन के 'निर्गत सिरे' पर कार्य करती है।**

विद्यार्थी जानते हैं कि मशीनों से कार्य करने में सहायता मिलती है। पिछली उपसंकल्पना में उन्होंने मशीन के कार्य आदान के बारे में कुछ विशेष बातें सीखी हैं। यह ठीक है कि मशीन कुछ उपयोगी कार्य करती है, अन्यथा पहली बात तो यह है कि मशीनें न तो बनाई जातीं और न ही उनका उपयोग किया जाता। मशीन द्वारा किया गया उपयोगी कार्य बोझ को उठाना है, या घर्षण को निष्प्रभावित करना है, या कमानी को खींचना अथवा उपकरणों, जैसे रेफ्रिजरेटरों को चलाना हो सकता है। चाहे यह कुछ भी हो संक्षेप में इसे  $W_0$  (डब्ल्यू-सब-ओ) से अंकित करते हैं। कार्य के अन्य उदाहरणों की

तरह यह भी बल और दूरी का गुणनफल होता है। यह बल अर्थात् मशीन का निर्गत-बल वह बल है जो उस समय वास्तव में मशीन द्वारा लगाया जाता है जब वह उपयोगी कार्य कर रही हो। इसे प्रायः संक्षेप में  $F_0$  (एफ-सब-ओ) कहते हैं। उपयोगी कार्य करते समय मशीन एक दूरी तक निर्गत-बल लगाती है। इसे निर्गत-दूरी कहते हैं। अक्सर संक्षेप में इसे  $D_0$  (डी-सब-ओ) के रूप में व्यक्त किया जाता है।

किसी सरल मशीन में निर्गत-बल और निर्गत-दूरी का पता लगाना कठिन नहीं है। मशीन जितना उपयोगी कार्य करती है उसी से उनका पता चल जाता है। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग दिए गए हैं जिनसे विद्यार्थियों को सरल मशीन के निर्गत-कार्य के परिशुद्ध स्वरूप को समझने में सहायता मिलेगी।

प्रदर्शन	हम एक नत-समतल के निर्गत-कार्य का पता कैसे लगा सकते हैं ?	आवश्यक सामग्री लीवर डडी, लीवर के लिए आलंब, उठाने के लिए पत्थर, कमानीदार तुला, नुला, डोरी, मीटर पैमाना
<p>यह प्रयोग भी चित्र 4-63 की क्रिया से बहुत कुछ मिलता-जुलता है तथापि यहाँ पर मशीन के कार्य-आदान पर ध्यान नहीं दिया गया है, बल्कि कार्य-निर्गत पर दिया गया है। पिछले प्रदर्शन की तरह ही कमानीदार तुला की सहायता से पहिएदार गाड़ी को नत-समतल पर ऊपर की तरफ खींचिए। निचले सिरे से ले कर ऊपर तक इसे बराबर खींचते जाइए। बच्चों से पूछिए कि इसमें क्या उपयोगी कार्य किया गया है। उनको यह समझने में सहायता दीजिए कि जो काम किया गया है, वह यह है कि गाड़ी और उसके सामान को मेज़ के तल से नत-समतल की चोटी तक उठा दिया गया है। यह समझने में उनकी सहायता कीजिए कि यह बिल्कुल वैसा काम है जैसा उस समय होता जब कोई रेखाचित्र में दिखाए गए ढंग से गाड़ी को सीधे शीर्ष ऊँचाई तक उठा देता है। उस दशा में बल-निर्गत गाड़ी और उसके सामान के भार के बराबर होता है। दूरी-निर्गत नत-समतल के निचले और ऊपर के सिरे के बीच की शीर्ष-दूरी है। इस तरह यदि नत-समतल न हो तो कार्य-निर्गत किए गए कार्य के बराबर होता है। विद्यार्थी यह पहले से ही जानते हैं कि किए गए कार्य का हिसाब किस तरह लगाया जाए। यह बिल्कुल सरल होता है, अर्थात् बल गुणे दूरी। इस दशा में इसे और अधिक विशिष्ट रूप से व्यक्त किया जा सकता है: <math>W_0 = F_0 \times D_0</math></p>		

अन्वेषण	हम कार्य-आदान की तुलना कार्य-निर्गत से कैसे कर सकते हैं ?	आवश्यक सामग्री सीधा चिकना नक्ता, पहियोंवाली छोटी गाड़ी, कमानीदार तुला, मीटर का पैमाना, डोरी
<p>(यह अन्वेषण स्वामाविक रूप से इससे पिछले अन्वेषण के बाद आता है। परंतु यह प्रयोग मात्रामूलक</p>		

है जो कार्य-आदान और कार्य-निर्गत को मापने के लिए और दोनों की तुलना करने के लिए है। कुशाग्र विद्यार्थियों को इसमें विशेष रुचि होगी। कुछ मामलों में यह शिक्षक का दिया प्रदर्शन हो सकता है।)

चित्र 4-63 की तरह उपकरण लगाइए। गाड़ी को नत तल्ले पर ऊपर की तरफ खींचने में जितने बल की जरूरत पड़ती है, उसे मापिए। इसे  $F_1$  कहिए। नत-समतल की लंबाई  $D_1$  है। इन दोनों का गुणनफल,  $F_1 \times D_1 = W_1$ , सरल मशीन के कार्य आदान के बराबर है। कार्य-निर्गत को बताए गए तरीके से मापा जा सकता है।  $F_0$  गाड़ी और उसके सामान का भार है।  $D_0$  नत-समतल के निचले सिरे से उसके ऊपर के सिरे तक की ऊँचाई है। इन दोनों का गुणनफल,  $F_0 \times D_0 = W_0$ , सरल मशीन का कार्य-निर्गत है।

कार्य-आदान और कार्य-निर्गत की तुलना से क्या पता चलता है? हम पहले से जानते हैं कि ये दोनों बराबर होने चाहिए। परंतु गाड़ी को नत तल्ले पर ऊपर की तरफ खींचने में कुछ घर्षण होता है; पर

जैसा कि चित्र में दिखाया गया है, भार को सीधे ऊपर उठाने में कोई घर्षण नहीं होता। इसलिए हम यह आशा कर सकते हैं कि  $W_0$  की अपेक्षा  $W_1$  कुछ अधिक ही होगा। यदि बहुत ही सावधानीपूर्वक मापा जाए, तो इसे वास्तव में देखा भी जा सकता है। तथापि इस तरह के सरल उपकरण से ठीक-ठीक या परिशुद्ध माप करना कठिन है और प्रयोगों के परिणाम आमतौर से उससे बिल्कुल भिन्न होते हैं जिसकी हम आशा करते हैं। शिक्षकों को यह लोभ नहीं करना चाहिए कि पाठ्यों को उसके “अनुरूप” बना लें “जैसा कि उन्हें होना चाहिए।” बल्कि बेहतर तो यह होगा कि विद्यार्थियों को समझाया जाए कि सरल उपकरण से जो मात्रामूलक जाँच की जाती है, वह आमतौर से ठीक नहीं उतरती। उचित यह है कि आँकड़े ईमानदारी से बताए जाएँ और उनकी कमियों को स्वीकार कर लिया जाए, बजाए इसके कि “घोखा” देकर अपने मन के अनुसार काल्पनिक आँकड़े बना लिए जाएँ।

#### प्रदर्शन

#### हम एक लीवर के कार्य-आदान का पता कैसे लगा सकते हैं ?

**आवश्यक सामग्री**  
लीवर छड़ (छड़ी), लीवर के लिए आलव, उठाने के लिए पत्थर, कमानीदार तुला, डोरी, मीटर का पैमाना

यह प्रदर्शन भी वैसा ही है जिसकी चर्चा चित्र 4-64 के संदर्भ में की गई है। तथापि यहाँ कार्य-आदान पर नहीं बल्कि कार्य-निर्गत पर ध्यान दिया गया है। चित्र में बताए गए ढंग से लीवर लगाएँ। कक्षा में इस बात की चर्चा करें कि यहाँ पर वास्तव में क्या करके दिखाया जाएगा। यह समझने में उनकी सहायता करें कि जब बल-आदान 20 सेंटीमीटर की दूरी तय करता है तब उपयोगी कार्य होता है। परंतु यह उपयोगी कार्य है क्या? यह है 800 ग्राम भार को 5 सेंटीमीटर की शीर्ष दूरी तक उठाना। ध्यान रहे कि यह कार्य-निर्गत एक विशेष काम है—एक निश्चित भार को एक निश्चित दूरी तक उठाना। इस भार को उठाने के लिए मशीन को 800 ग्राम का बल-निर्गत  $F_0$  लगाना पड़ेगा। इस बल को दूरी-निर्गत

$D_0$  तय करनी पड़ेगी। इस तरह कार्य-निर्गत इन दोनों के गुणनफल के बराबर है अर्थात्  $W_0 = F_0 \times D_0$ ।

विद्यार्थियों को यह बात बहुत अच्छी तरह समझाइए कि बल-निर्गत क्या होता है। यह लीवर का भार नहीं होता और न ही वह बल होता है जो परिचालक लीवर पर लगाता है। यह वह बल होता है जो निर्गत पर लीवर लगाता है। इसी तरह निर्गत-दूरी, लीवर की लंबाई नहीं होती; और न ही यह इससे बँधी हुई डोरी की लंबाई होती है। यह वह शीर्ष-दूरी है जितने तक भार को वास्तव में उठाया जाता है। कार्य का हिसाब लगाने वाले हर मामले की तरह यहाँ भी हम लगाए गए बल को उस दूरी से गुणा करते हैं—जितनी दूरी तक बल लगाया जाता है।

बच्चों से अन्य सुपरिचित सरल मशीनों के कार्य-निर्गत की चर्चा कीजिए। जैसे पच्चड़, 'स्कू जैक' और बेलन चखी द्वारा किए गए कार्य की चर्चा की जा सकती है। उन्हें  $F_0$  और  $D_0$  पहचानने में मदद दीजिए। यदि संभव हो तो उन्हें मापिए और दोनों को गुणा करके  $W_0$  निकालिए।

### 1 (घ). मशीन का कार्य-निर्गत उसके कार्य-आदान से अधिक नहीं हो सकता

बहुत-से लोगों का यह विश्वास है कि किसी-न-किसी तरह सरल मशीन द्वारा कार्य की बचत होती है। यह सच है कि सरल मशीन का उपयोग करके कोई व्यक्ति कठिन काम को आसान बना सकता है या असंभव काम को संभव बना सकता है। वह एक नीरस काम को सरस बना सकता है, या एक खतरनाक काम को सुरक्षित बना सकता है। परंतु यदि कार्य शब्द का सही अर्थ लिया जाए—अर्थात् एक दूरी तक लगाया जाने वाला बल—तो सरल मशीनों से कार्य में बचत नहीं होती, न ही ये कार्य का स्रोत होती हैं। निर्गत सिरे पर वे जो भी काम करती हैं, वह आदान सिरे पर दिया जाता है। फलतः कार्य-आदान से कार्य-निर्गत अधिक नहीं हो सकता।

किसी भी वैज्ञानिक ने किसी भी सरल मशीन पर ऐसे माप कभी नहीं लिए जिनसे इस तथ्य का प्रतिवाद होता हो। यह बात ऊर्जा-संरक्षण के सिद्धांत का ही अनिवार्य परिणाम है।

वास्तविक व्यवहार में सरल मशीन का कार्य-निर्गत कभी भी कार्य-आदान के बराबर नहीं होता। निर्गत हमेशा आदान से कम होता है। इसका कारण यह है कि सरल मशीन के परिचालन में गति होती है, और गति में घर्षण होता है। घर्षण के बल को निष्प्रभावित करने में भी कुछ कार्य होता है। लीवर जैसी मशीनों में आंतरिक घर्षण बहुत कम होता है। पर पच्चड़ और 'स्कू' जैसी मशीनों में आंतरिक घर्षण बहुत अधिक होता है। यहाँ पर कुछ ऐसे प्रयोग दिए गए हैं जिनसे विद्यार्थी सरल मशीनों में कार्य-आदान, कार्य-निर्गत और घर्षण के संबंधों को अधिक अच्छी तरह समझ सकेंगे।

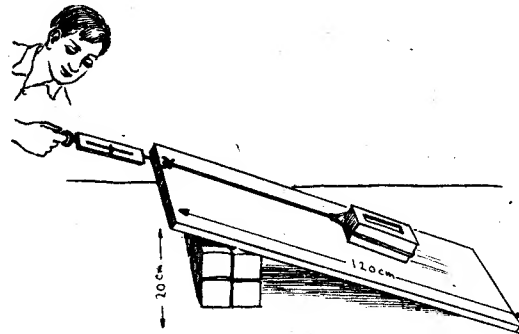
#### प्रदर्शन

नत-समतल पर कार्य-आदान और कार्य-निर्गत की तुलना कैसे की जाती है ?

#### आवश्यक सामग्री

लंबा चिकना तख्ता, ईंट, डोरी, कमानीदार तुला, मीटर का पैमाना, पहियों वाली छोटी गाड़ी

ईंट को नत-समतल पर ऊपर खींचने के लिए चित्र 4-65 में दिए गए ढंग से तैयारी कीजिए। यह भी इस मुख्य संकल्पना के अंतर्गत किए गए कुछ प्रयोगों से बहुत मिलता-जुलता है। परंतु यहाँ पर कार्य-आदान और कार्य-निर्गत के बीच तुलना करने पर जोर दिया गया है। यहाँ जो संख्याएँ दी गई हैं वे चित्र के अनुरूप हैं। इस बात पर ध्यान दीजिए कि नत-समतल की लंबाई ( $D_i$ ) 120 सेंटीमीटर है, जबकि इसका एक सिरा दूसरे सिरे ( $D_0$ ) से 20 सेंटीमीटर अधिक ऊँचा है। नत-समतल पर ईंट घसीटने में 500 ग्राम बल ( $F_i$ ) लगता है और स्वयं ईंट का भार 1500 ग्राम ( $F_0$ ) है। इस प्रदर्शन को दिखाते



चित्र 4-65.

इस उदाहरण में कार्य-आदान कार्य-निर्गत से दूना है। बीच का अंतर घर्षण को निष्प्रभावित करने में लग गया।

हुए, इनकी मात्रा सरल संख्याओं में लेने की व्यवस्था करें।

विद्यार्थियों को कार्य-आदान ( $W_i$ ) और कार्य-निर्गत ( $W_o$ ) का हिसाब लगाने को कहें। इस उदाहरण में,  $W_i$  500 ग्राम  $\times$  120 सेंटीमीटर के या 60,000 ग्राम-सेंटीमीटर कार्य के बराबर है। परंतु  $W_o$  1500 ग्राम  $\times$  20 सेंटीमीटर के या 30,000 ग्राम सेंटीमीटर कार्य के बराबर है। विद्यार्थियों से इस बात की चर्चा करें कि यद्यपि नत-समतल में बल की आवश्यकता तो कम होती है परंतु कार्य की आवश्यकता अधिक होती है। यदि यथावत कहा जाए तो सरल मशीन में कार्य की बचत नहीं

होती, बल्कि कार्य की हानि होती है। इस उदाहरण में कार्य-निर्गत, कार्य-आदान का बिल्कुल आधा था। कार्य का आधा भाग मशीन की आंतरिक घर्षण (नत-समतल की सतह और ईट की तली के बीच घर्षण वाली क्रिया) को निष्प्रभावित करने में लग गया।

इस क्रिया को ईट की जगह पहियों वाली छोटी गाड़ी का उपयोग करके दोहराएँ। जब कार्य-आदान और कार्य-निर्गत का हिसाब लगाया जाएगा तो यह पता चलेगा कि कार्य-आदान का एक थोड़ा-सा ही भाग घर्षण को निष्प्रभावित करने में लगा। इसका कारण यह है कि गाड़ी को चलाने में ईट को सरकाने की अपेक्षा कम घर्षण होता है।

सैंकड़ों वर्षों से लोग यह कोशिश कर रहे हैं कि 'शाश्वत गति वाली मशीनें' बनाई जाएँ। इन युक्तियों में वे लीवर, बहते पानी और गियर की प्रणालियों का उपयोग करते रहे हैं, जिससे इनमें बिना कोई कार्य लगाए कुछ उपयोगी कार्य किया जा सके। यह समझने में विद्यार्थियों को सहायता दीजिए कि यह नितांत असंभव है कि किसी सरल मशीन का—या कई सरल मशीनों का सम्मिलित—कार्य-आदान, कार्य-निर्गत के बराबर हो। 'शाश्वत गति' वाली मशीन में कार्य-आदान को शून्य रखने की इच्छा रहती है। ऐसी दशा में कार्य-निर्गत हो ही कैसे सकता है?

#### 1 (ड). किसी सरल मशीन के कार्य-संपादन को बड़ी आसानी से यांत्रिक लाभ के रूप में व्यक्त किया जा सकता है

अधिकतर सामान्य सरल मशीनों में आदान-बल से निर्गत-बल अधिक होता है। परिणामतः उनका उपयोग करके उचित आदान-बल लगा कर अधिक निर्गत-बल प्राप्त किया जा सकता है। इस तरह नत-समतलों, लीवरों, चरखी-प्रणालियों, "जैकस्कू" आदि से कारीगर बहुत अधिक बल प्राप्त कर सकता है और बहुत भारी वस्तुएँ उठा सकता है। इन्हें "बल गुणक" कहा जा सकता है (परंतु इन्हें कार्य गुणक कभी नहीं कहा जा सकता।) जिस सीमा तक सरल मशीन

से छोटा बल-आदान, बड़े बल-निर्गत में परिवर्तित हो जाता है, वही मशीन का लाभ होता है जो मशीन के उपयोग करने वाले को मिलता है। यह लाभ वास्तव में वह गुणखंड है जितने से बल-निर्गत बल-आदान से अधिक होता है, अर्थात् यह लाभ बल-निर्गत और बल-आदान के अनुपात के बराबर होता है। इस लाभ को मशीन का यांत्रिक लाभ कहते हैं। गणित की भाषा में इसे इस तरह व्यक्त कर सकते हैं— $M.A. = F_o/F_i$  सरल मशीन के कार्य के बारे में यह एक सबसे अधिक उपयोगी जानकारी है। नीचे कुछ ऐसे प्रयोग दिए जा रहे हैं जिनसे विद्यार्थियों को यह सरल और महत्वपूर्ण संबंध समझने में मदद मिलेगी।

#### अन्वेषण

हम एक नत-समतल के यांत्रिक लाभ का पता कैसे लगा सकते हैं?

#### आवश्यक सामग्री

लंबा चिकना तब्ला, ईट, डोरी, कमानीदार तुला, मीटर का पैमाना

चित्र 4-65 के अनुसार नत-समतल रखिए। बल-आदान और बल-निर्गत का प्रेक्षण कीजिए। इससे

पिछले प्रयोग में बल-आदान 500 ग्राम था जबकि बल-निर्गत 1500 ग्राम था। इस अन्वेषण में जो भी



प्रेक्षित अंक प्राप्त हों, उनका उपयोग यांत्रिक लाभ का हिसाब लगाने में कीजिए। इस उदाहरण में यांत्रिक लाभ M.A. बराबर होगा  $F_0/F_1$  के। यह है 1500 ग्राम बल। 500 ग्राम बल अर्थात् 3। ध्यान दीजिए कि यांत्रिक लाभ बताते समय किसी इकाई का उपयोग

नहीं किया जाता। यह सरल अनुपात है, शुद्ध अंक है।

नत-समतल के खड़े ढाल को अधिक या कम कीजिए और यह प्रयोग दोहराइए। जब नत-समतल का खड़ा ढाल अधिक होगा तो यांत्रिक लाभ कम होगा।

अन्य सरल मशीनों का प्रयोग करें और बल-आदान और बल-निर्गत मापें। इन मापों का उपयोग यांत्रिक लाभ का पता लगाने में करें। किस सामान्य मशीन से सबसे अधिक यांत्रिक लाभ (M.A.) मिलता है? किस मशीन से सबसे कम यांत्रिक लाभ होता है? क्या कुछ ऐसी मशीनें भी हैं जिनका यांत्रिक लाभ एक से कम होता हो?

### 1 (च). सरल मशीनें ऊर्जा-संरक्षण के सिद्धांत का प्रदर्शन करती हैं

कार्य शब्द का वैज्ञानिक दृष्टि से जो अर्थ होता है, उससे विद्यार्थियों का कई बार सामना पड़ चुका होगा। वे समझने लगे हैं कि कार्य तब होता है जब बल एक निश्चित दूरी तक काम करता है। उन्होंने ऊर्जा शब्द का प्रयोग भी सीखा है। वे जानते हैं कि कार्य ऊर्जा का एक रूप है। वे जानते हैं कि ऊष्मा भी ऊर्जा का ही एक रूप है। यही बात प्रकाश, बिजली और ध्वनि के बारे में भी सत्य है। वे जानते हैं कि ऊर्जा कार्य कर सकने की योग्यता को कहते हैं।

सरल मशीनों का व्यवहार करते समय विद्यार्थी यह सीख चुके हैं कि कार्य-निर्गत कभी भी कार्य-आदान से बड़ा नहीं हो सकता, बल्कि उसके बराबर तक नहीं हो सकता। वे जानते हैं कि सरल मशीनें अपने आप कार्य नहीं कर सकती। ये ऊर्जा की स्रोत नहीं हैं। वे यह भी जानते हैं कि ऊर्जा को 'न-कहीं' से नहीं पैदा किया जा सकता। जहाँ कहीं भी ऊर्जा होगी, उसका कोई स्रोत अवश्य होगा। उसी तरह ऊर्जा 'लुप्त'

भी नहीं हो सकती।

चूँकि कक्षा 5 के विद्यार्थी ऊर्जा के विषय में इतनी बातें जानते हैं, इसलिए उनके लिए ऊर्जा संरक्षण के सिद्धांत को स्वीकार कर लेना आसान होगा। भौतिकीय विज्ञान का यह मौलिक सिद्धांत साधारणतया इन शब्दों में व्यक्त किया जाता है, "ऊर्जा न बनाई जा सकती है, न नष्ट की जा सकती है। परंतु इसे एक रूप से दूसरे रूप में बदला जा सकता है।" ऐसा प्रलोभन हो सकता है कि विद्यार्थी को यह अत्यंत महत्वपूर्ण सिद्धांत बस बता दिया जाए। अच्छे शिक्षण में शिक्षक विद्यार्थी के ऊपर कोई सिद्धांत थोपता नहीं और न ही सिद्धांत रट लेने का आग्रह करता है। वरन् इस मामले में सिद्धांत के वास्तविक अवबोध की आवश्यकता होती है कि आखिर वह है क्या, और फिर थोड़ा-बहुत यह भी समझना आवश्यक होता है कि वैज्ञानिक इस सिद्धांत को सत्य क्यों मानते हैं। शिक्षण के इस ठोस दृष्टिकोण को ध्यान में रखते हुए नीचे कुछ ऐसे प्रयोग दिए गए हैं जिनसे विद्यार्थी ऊर्जा-अविनाशिता के सिद्धांत के बारे में कुछ जानकारी प्राप्त कर सकेंगे।

चर्चा	क्या ऊर्जा कभी भी उत्पन्न या लुप्त होती है?
विद्यार्थियों से कुछ ऐसी सामान्य स्थितियों की चर्चा कीजिए जिनमें ऊर्जा बहुत स्पष्ट दीख पड़ती है। ठेले या बस का चलना, तेज गति से जाने वाली गोली, या किसी इमारत की चोटी से गिरती हुई	ईंट ऐसी ही स्थितियाँ हैं। उन्हें बताइए कि ये सब उदाहरण यांत्रिक ऊर्जा या कार्य के हैं। विद्यार्थियों को यह बताने के लिए प्रेरित कीजिए कि यह ऊर्जा कहाँ से आई। पहले उदाहरण में वह पेट्रोल की रासाय-

निक ऊर्जा से आई, दूसरे में वह बारूद की रासायनिक ऊर्जा से आई। अंतिम उदाहरण में वह ईंट में लाई गई अर्थात् जिस समय वह इमारत की चोटी पर ले जाई गई थी, उस पर कार्य किया गया था। उसको ऊँचाई

से गिराते समय वह ऊर्जा पुनः प्रकट हो गई। विद्यार्थियों को यह समझने में मदद दीजिए कि ये सब उदाहरण ऊर्जा को 'बचाने' या उसके 'संरक्षण' के हैं। किसी भी उदाहरण में ऊर्जा 'न कहीं' से नहीं आई है।

बच्चों से इस बात की चर्चा कीजिए कि घर्षण को निष्प्रभावित करते समय ऊर्जा कहाँ जाती है। क्या वह ऊर्जा 'लुप्त' हो जाती है? नहीं, ऊर्जा, ऊष्मा-ऊर्जा में बदल जाती है (घर्षण से उत्पन्न ऊष्मा)।

'शाश्वत गति' मशीन की समस्या पर पुनः चर्चा कीजिए (देखिए पृष्ठ 103)। इस बार ऊर्जा अविनाशिता के सिद्धांत को लेकर चर्चा कीजिए।

विद्यार्थियों से चर्चा कीजिए कि नाभिकीय बम या नाभिकीय रिएक्टर में ऊर्जा का स्रोत क्या है। इन उदाहरणों में पदार्थ के कुछ अंश को ही वास्तव में ऊर्जा में परिवर्तित कर दिया जाता है। इस दृष्टि से पदार्थों को भी अत्यधिक संकेद्रित ऊर्जा का एक रूप समझा जा सकता है।

### अच्छी तरह समझने के लिए

बच्चों को ऊर्जा-संरक्षण का सिद्धांत इस तरह नहीं पढ़ाया जाना चाहिए मानो वह 'शाश्वत सत्य' हो या वैज्ञानिकों का इसमें 'अंध विश्वास' हो। इस सिद्धांत के विकास पर दृष्टिपात करने से पता चलता है कि ऐसा वास्तव में नहीं है। वास्तव में आधुनिक रूप में ऊर्जा की संकल्पना का विकास पश्चिमी यूरोप और इंग्लैंड में केवल दो शताब्दी पूर्व होना प्रारंभ हुआ। ऊर्जा-संरक्षण का विचार वैज्ञानिकों के लिए 'धार्मिक विश्वास' के समान नहीं है। इस सामान्य विचार का विकास सैकड़ों वर्षों तक विज्ञान की अनेक शाखाओं में वैज्ञानिकों के सहस्रों माप लेने के बाद हुआ है। इसे सरल मशीनों में यांत्रिक-ऊर्जा, कार्य के रूप में अच्छी तरह सोदाहरण समझाया जा सकता है। मान लीजिए कि विशेषज्ञ वैज्ञानिकों की एक टोली सभी प्रकार की सरल मशीनों पर 20 साल तक मापन करें। फिर यह भी मान लीजिए कि इस समूचे समय में उन्हें एक भी ऐसा उदाहरण नहीं मिले जब ऊर्जा

"न कहीं" से आ गई हो या "न कहीं" में लुप्त हो गई हो। इससे एक अस्थायी निष्कर्ष—एक परिकल्पना, पर पहुँचा जा सकता है कि ऊर्जा अविनाशी है अर्थात् यह पैदा भी नहीं की जा सकती और नष्ट भी नहीं की जा सकती। वास्तव में विज्ञान के इतिहास में हुआ भी यही है। सावधानीपूर्वक लिए गए इतने अधिक माप इस परिकल्पना की पुष्टि करते हैं और अब इसे विज्ञान के मूलभूत तथ्यों में से एक मान लिया गया है। परंतु यह सिद्धांत प्रमाण के आधार पर विकसित किया गया था। इसकी "घोषणा" किसी बड़े वैज्ञानिक ने नहीं कर दी थी।

विज्ञान के सिद्धांतों या "नियमों" का यही स्वरूप होता है। ऐसा नहीं है कि विज्ञान इन नियमों को मान ही ले। बल्कि इन नियमों और सिद्धांतों को इस तरह बताना चाहिए कि मनुष्य जो कुछ अपनी दुनिया में चारों ओर देखता है, इन सिद्धांतों के वे वर्णन उसके अनुरूप हैं और उनसे इनकी पुष्टि होती है।

## 2. तरल में वस्तु को बल का अवलंब मिलता है

जो वस्तु अंशतः या पूर्णतः तरल से घिरी होती है उस पर एक ऊर्ध्वमुख बल (उत्प्लावन बल) काम करता है। उदाहरण के लिए, जब कोई खाली बाल्टी को पानी में डुबोने की चेष्टा करता है तो वह एक ऊर्ध्वमुख बल का अनुभव करता है, जो उसके धकेलने का विरोध करता है। वस्तुएँ इसलिए तैरती हैं कि उत्प्लावन बल उनके भार को अवलंब देता है। इस इकाई की चौथी कक्षा में बच्चों ने ये बातें सीखी हैं। इनमें से कुछ यह भी जानते हैं कि जो वस्तु पानी में डूब जाती है, उसे भी उत्प्लावन बल अंशतः अवलंब मिलता है। गैस के गुब्बारे जैसी चीजें जो हवा में उड़ती हैं, उन्हें भी उनके सब तरफ के तरल (हवा) का उत्प्लावन बल अवलंब देता है।

विद्यार्थी ने अब तरलों के उत्प्लावन बल का स्वरूप समझना शुरू कर दिया है। अब वे एक ऐसे सोपान पर पहुँच गए हैं जहाँ से और आगे की बातें समझ सकते हैं। जब वे आगे की बातें समझेंगे तो वे भौतिकीय विज्ञान के एक महत्वपूर्ण सिद्धांत पर पहुँच जाएँगे, जिसे आर्किमीडिज का सिद्धांत कहते हैं। आगे दी गई उपसंकल्पनाएँ इस तरह प्रस्तुत की गई हैं कि विद्यार्थियों को इसे समझने में सहायता मिले।

### 2 (क). कुछ वस्तुएँ पानी में तैरती हैं

विद्यार्थी पहले से जानते हैं कि लकड़ी के टुकड़े, कार्क और लकड़ी के समान अन्य वस्तुएँ पानी में तैरती हैं। वे सीख चुके हैं कि तैरने वाली वस्तुओं को पानी के अंदर के बल का अवलंब मिलता है, जिसे आमतौर पर दबाव कहा जाता है। वे जानते हैं कि वस्तु पानी में तभी तक डूबती है जब तक पानी का दबाव-जनित ऊर्ध्वमुख बल वस्तु के वजन के बराबर न हो जाए। विद्यार्थी जानते हैं कि गहराई के साथ-साथ पानी में दबाव भी बढ़ता जाता है। यही कारण है कि जब किसी वस्तु को पानी की सतह के अधिकाधिक नीचे की ओर किया जाता है तो उस वस्तु को ऊर्ध्वमुख बल का अधिकाधिक मुकाबला करना पड़ता है। इन विद्यार्थियों को पहले ही बताया जा चुका है कि वे यह न सोचें कि “हल्की वस्तुएँ तैरती हैं और भारी वस्तुएँ डूब जाती हैं।” उन्हें यह सोचने के लिए प्रोत्साहित किया गया है कि तैरने वाली वस्तुएँ वे होती हैं जिनका औसत घनत्व पानी के औसत घनत्व से कम होता है। यहाँ पर कुछ ऐसे प्रयोग बताए गए हैं जिनसे विद्यार्थी तैरने वाली वस्तुओं के बारे में अपने ज्ञान का पुनरावलोकन कर सकेंगे।

अन्वेषण	यह किस पर निर्भर करता है कि वस्तु पानी में तैरेगी या डूबेगी ?	आवश्यक सामग्री बड़ी कड़ाही या बाल्टी, पतले धातु की चादर-जैसी अल्युमिनियम की पन्नी
	<p>किसी धातु की बहुत पतली नम्य चादर से एक वर्ग बनाएँ, जिसकी प्रत्येक भुजा लगभग 10-15 सेंटीमीटर लंबी हो। इसे पानी में नीचे ले जाएँ। इस बात का ध्यान रखें कि विद्यार्थी इसे स्वयं अपनी आँखों से डूबते हुए देखें। अब विद्यार्थियों से पूछें कि क्या वे कोई ऐसा तरीका सोच सकते हैं कि धातु का यही टुकड़ा तैरने लगे। कुछ विद्यार्थी यह सुझाव जरूर देंगे कि इसे मोड़ कर नाव या डिब्बे की शकल दे दी जाए। उनका सुझाव मान कर यह दिखाएँ कि अब धातु की चादर तैरने लगी है। विद्यार्थियों को समझाएँ कि समूची नाव या डिब्बे का आयतन</p>	<p>अकेले उस तैरने वाली धातु से कहीं अधिक है, यद्यपि दोनों का भार एक ही है। इसलिए धातु की नाव का औसत घनत्व (भार/आयतन) धातु के टुकड़े के औसत घनत्व से कम है। विद्यार्थियों को यह समझने में सहायता दें कि किसी वस्तु के भार से यह पता नहीं चलता कि वह तैरेगी या डूबेगी। यह तो उसके औसत घनत्व से पता चलता है। खोखली वस्तु का औसत घनत्व उसके भार को कुल आयतन से भाग देने से निकलता है, जिसमें सारी “खाली जगह” भी शामिल होती है।</p>

विद्यार्थियों को एक खाली बाल्टी किसी पानी से भरे टब या तालाब में डुबोने के लिए कहें। विद्यार्थी देखेंगे कि वे बाल्टी को जितना गहरा डुबाना चाहते हैं उतना ही अधिक उस पर ऊर्ध्वमुख उत्प्लावन बल लगता है। विद्यार्थियों को याद दिलाएँ कि यद्यपि यह बाल्टी लोहे या पीतल की बनी है फिर भी खाली बाल्टी का औसत घनत्व पानी से कहीं कम है।

तीन शताब्दी से भी कम समय पहले तक बहुत-से विद्वान इसे असंभव मानते थे कि लोहे का तैरने वाला जहाज बनाया जा सकता है। विद्यार्थियों से उनके इस विचार के बारे में चर्चा कीजिए। यह समझने में उनकी सहायता कीजिए कि यह विश्वास ठीक क्यों नहीं है।

## 2 (ख). जो वस्तुएँ पानी में डूब जाती हैं, पानी अंशतः उन्हें भी अवलंब देता है।

अधिकांश लोग यह जानते हैं कि जो वस्तु पानी में तैरती है उसे पानी के अंदर के बलों का अवलंब मिलता है। परंतु कई लोग यह नहीं समझते कि जो पदार्थ डूब जाते हैं उन्हें भी इन तरल बलों का अवलंब मिलता है। डूबी हुई वस्तुओं पर उत्प्लावन बलों का यह प्रभाव पड़ता है कि उनका आभासी भार कम हो जाता है। उदाहरण के लिए मान लीजिए कि एक पत्थर का भार 5 किलोग्राम बल (Kgf) है। जब इसे पानी में डुबाया जाता है तो 2 किलोग्राम बल (Kgf)

उत्प्लावन बल इसे ऊपर की ओर धकेलता है। तब इसका आभासी भार 3 किलोग्राम बल (Kgf) होगा।

डूबी हुई वस्तुओं पर लगे उत्प्लावन बल का भी स्रोत वही होता है जो तैरती हुई वस्तुओं पर लगने वाले बल का होता है। दोनों उदाहरणों में उत्प्लावन बल अवलंब देने वाले तरल के भीतरी बल के कारण होता है। नीचे कुछ ऐसे प्रयोग दिए गए हैं जिनसे विद्यार्थियों को पानी में उत्प्लावन बलों के स्वरूप और परिणामों को अधिक अच्छी तरह समझने में सहायता मिलेगी।

अन्वेषण	पानी में डूबी हुई वस्तु का आभासी भार क्या होता है ?	आवश्यक सामग्री ईंट, डोरी, बड़ा मर्तबान या बाल्टी, कमानीदार तुला
<div data-bbox="325 1227 762 1675" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="828 1240 1318 1576" data-label="Text"> <p>कमानीदार तुला से एक ईंट का भार ज्ञात कीजिए। इसके भार को दर्ज कर लीजिए। अब चित्र 4-66 के अनुसार ईंट को पानी में नीचे सरकाइए। इस बात पर ध्यान दीजिए कि ईंट पूरी तरह डूब तो जाए, परंतु बर्तन की बगलों या तले को न छुए। अब फिर कमानीदार तुला पर ईंट का भार देखिए और उसे भी दर्ज कीजिए। दोनों भारों का अंतर बताइए। ईंट पर पानी का कितना उत्प्लावन बल लगा ? (यह दोनों भारों के अंतर के बराबर है)।</p> </div> <div data-bbox="844 1581 943 1610" data-label="Text"> <p>चित्र 4-66</p> </div> <div data-bbox="844 1612 1303 1675" data-label="Text"> <p>जब कोई वस्तु पानी में डूब जाती है तो वह भारहीन प्रतीत होती है।</p> </div>		

विद्यार्थियों को यह बताने के लिए कहिए कि यदि ईंट का आधा आयतन ही पानी में डुबोया जाए तो उसका भार क्या होगा। (इस उदाहरण में उत्प्लावन बल और इसलिए आभासी भार में कमी पिछले उदाहरण के मुकाबले आधी होगी)।

बच्चों से पूछिए कि पानी में डूबे हुए पत्थर को हिलाते या उठाते समय उन्हें कैसा लगता है। यह समझने में उनकी मदद कीजिए कि पानी के उत्प्लावन बल के कारण ही पानी में पत्थर हल्का लगता है।

2 (ग). पानी में किसी वस्तु को जितने बल का उत्प्लावन (अवलंब) मिलता है, वह हटाए गए या विस्थापित पानी के भार के बराबर होता है।

यह देखना कठिन नहीं है कि पानी के अंदर का दबाव किस तरह पानी के अंदर के पदार्थों को उत्प्लावन बल प्रदान करता है। गणितीय ढंग से यह दिखाया जा सकता है कि कुल उत्प्लावन बल निश्चित रूप से वस्तु द्वारा विस्थापित

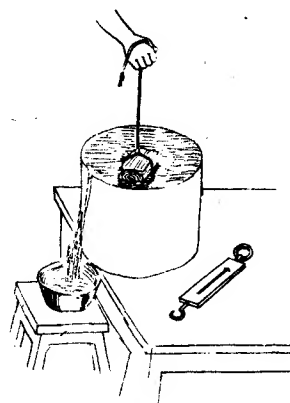
पानी के भार के बराबर होता है। यह गणितीय प्रमाण कक्षा 5 के विद्यार्थियों की समझ के बाहर है। परंतु प्रयोग द्वारा यह दिखलाया जा सकता है कि वास्तव में ऐसा ही होता है। आगे जो प्रयोग बनाए गए हैं उनसे विद्यार्थियों को यह समझने में मदद मिलेगी कि उत्प्लावन बल और विस्थापित पानी के भार में क्या संबंध होता है।

प्रदर्शन

तैरने वाली वस्तु से कितना पानी विस्थापित होता है ?

आवश्यक सामग्री  
खाँचेदार किनारे वाला डिब्बा,  
एक लकड़ी का टुकड़ा, डोरी,  
कमानीदार तुला, टीन का छोटा-  
सा डिब्बा

इस प्रदर्शन में इस बात की चेष्टा की जाएगी कि तैरती हुए वस्तु द्वारा विस्थापित पानी का वजन किया जाए। ऐसा करने के लिए एक खाँचेदार किनारे वाला डिब्बा तैयार करना पड़ेगा। इसे भर दिया जाए और खाँचेदार किनारे से फालतू पानी गिरने दिया जाए। अब एक लकड़ी के टुकड़े का वजन करें और इसे नोट करें। लकड़ी को लबालब भरे डिब्बे में डालें। इस डिब्बे से जो पानी निकल कर बाहर गिरे उसे एक दूसरे छोटे से डिब्बे में इकट्ठा करें। इस डिब्बे को पानी सहित तोल लें और उसमें से खाली डिब्बे का भार घटा दें ताकि बाहर गिरे पानी का भार पता चल जाए। बाहर गिरे पानी का भार लकड़ी के टुकड़े के हवा में लिए गए भार के लगभग बराबर होगा। देखिए चित्र 4-67।



चित्र 4-67.

पानी में तैरते हुए लकड़ी के टुकड़े पर लगने वाला ऊर्ध्वमुख उत्प्लावन बल विस्थापित पानी के लगभग बराबर होता है।

बच्चों से इस ढंग के प्रश्नों पर चर्चा करें :

तैरते हुए लकड़ी के टुकड़े का आभासी भार कितना होता है ? (शून्य)

लकड़ी के तैरते हुए टुकड़े पर कितना उत्प्लावन बल लगता है ? (लकड़ी के भार के बराबर, ताकि लकड़ी का आभासी भार शून्य हो जाए।)

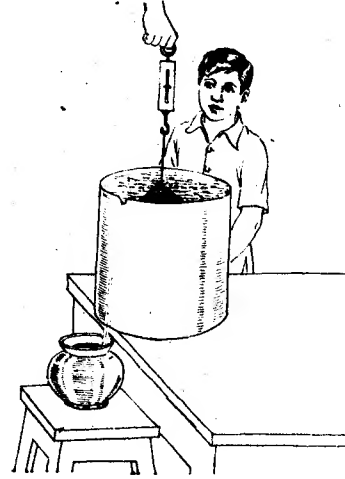
लकड़ी के तैरते हुए टुकड़े पर जो उत्प्लावन बल लगता है, उसकी तुलना में विस्थापित पानी का भार कितना होता है ? (वे बराबर होते हैं)। यदि लकड़ी के टुकड़े को पानी में और गहराई में डुबोया जाए और फिर छोड़ दिया जाए तो क्या होगा ? (अधिक पानी विस्थापित होगा, विस्थापित पानी का भार बढ़ जाएगा, उत्प्लावन बल बढ़ जाएगा; जब टुकड़े को छोड़ दिया जाएगा तो वह ऊपर की ओर आएगा, क्योंकि इसे ऊपर की ओर धकेलने वाला उत्प्लावन बल, भार के कारण नीचे की ओर धकेलने वाले बल से अधिक होता है।)

#### प्रदर्शन

एक डूबी वस्तु पर जो उत्प्लावन बल है, उसका विस्थापित पानी के भार से क्या संबंध होता है ?

आवश्यक सामग्री  
खाँचेदार किनारे वाला डिब्बा,  
पत्थर, डोरी, कमानीदार तुला,  
घातु का छोटा डिब्बा

इस प्रदर्शन का पिछले प्रदर्शन से इतना संबंध है कि इसमें भी वस्तु द्वारा विस्थापित पानी का भार लेने की चेष्टा की गई है। परंतु इस उदाहरण में वस्तु तैरती नहीं है। यह प्रदर्शन भी पिछले प्रदर्शन की तरह प्रारंभ करें। डिब्बे को लबालब भरें और खाँचेदार किनारे से फालतू पानी गिरने दिया जाए। पत्थर का भार निकालें और हवा में उसका भार नोट करें। पत्थर को पानी भरे डिब्बे में नीचा करें और जो पानी निकल कर बाहर गिरे, उसे सावधानीपूर्वक एक डिब्बे में इकट्ठा करें, जैसा कि चित्र 4-68 में दिखाया गया है। गिरे पानी वाले छोटे डिब्बे को तोल लें और उसमें से खाली डिब्बे का भार घटा दें ताकि बाहर गिरे पानी का भार पता चल जाए। पानी में पत्थर का आभासी भार मालूम करें। इसे हवा में लिए गए पत्थर के भार में से घटा दें ताकि डूबे हुए पत्थर पर लगने वाले ऊर्ध्वमुख उत्प्लावन बल का पता चल सके। यह विस्थापित पानी के लगभग बराबर होना चाहिए।



चित्र 4-68

पानी में डूबी हुई वस्तु पर लगने वाला ऊर्ध्वमुख उत्प्लावन बल विस्थापित पानी के लगभग बराबर होता है

विद्यार्थियों को यह बात अच्छी तरह समझा दी जाए कि इस तरह के एक-दो प्रदर्शनों से ही आर्किमीडीज सिद्धांत प्रमाणित नहीं हो जाता, परंतु ऐसे प्रयोगों से उसके सत्यापन उदाहरण मिल जाते हैं और वह अधिक स्पष्ट हो जाता है।

समुद्री जहाजों का आकार उनके द्वारा विस्थापित पानी के रूप में व्यक्त किया जाता है। बच्चों से इस बात की चर्चा करें कि जो जहाज 10,000 टन का विस्थापन करता है, उसका वास्तविक भार क्या होगा। (इसका भार इसके विस्थापन के बराबर होगा)।

समुद्र के जल में नमक मिले होने के कारण उसका घनत्व ताजे पानी से अधिक होता है। बच्चों से इस बात की चर्चा करें कि जब कोई जहाज नदी के ताजे पानी से समुद्र में प्रवेश करता है तो क्या होता है। (वह तब भी अपने भार के बराबर पानी विस्थापित करता है; परंतु अधिक घनत्व वाले समुद्र जल में उतने भार का पानी विस्थापित करने के लिए जहाज का उतना अधिक भाग पानी में नहीं डूबता। इसका परिणाम यह होता है कि समुद्र में प्रवेश करने पर जहाज थोड़ा ऊँचा उठ जाता है।)

## 2 (घ). आर्किमीडीज का सिद्धांत सभी तरलों पर लागू होता है

ऊपर की उप-संकल्पनाओं से हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि पानी में किसी भी वस्तु पर लगने वाला उत्प्लावन बल विस्थापित किए गए पानी के भार के बराबर होता है। यह निष्कर्ष पानी में तैरने वाली और डूबने वाली, दोनों वस्तुओं पर लागू होता है। इस महत्वपूर्ण सिद्धांत की खोज आज से लगभग 2200 वर्ष पूर्व यूनान के सेराक्यूज नगर के आर्किमीडीज नामक वैज्ञानिक ने की थी। इसीलिए इसे आर्किमीडीज का सिद्धांत कहते हैं।

आर्किमीडीज का सिद्धांत न केवल पानी पर लागू होता

है, बल्कि अन्य प्रत्येक द्रव पर भी लागू होता है। यह वायु सहित सभी गैसों पर भी लागू होता है। अर्थात् यह सिद्धांत सभी तरलों पर लागू होता है (तरल कोई भी द्रव या गैस हो सकता है)। आर्किमीडीज सिद्धांत को संक्षिप्त और परिशुद्ध रूप में इस प्रकार व्यक्त कर सकते हैं:—

“किसी तरल में डूबी हुई किसी वस्तु से जितना तरल विस्थापित होता है, वह वस्तु उतने ही बल से उत्प्लावित होती है।”

नीचे दिए गए कुछ प्रयोगों से विद्यार्थियों को यह समझने में मदद मिलेगी कि किस तरह भिन्न-भिन्न परिस्थितियों में आर्किमीडीज का सिद्धांत लागू हो सकता है।

अन्वेषण	जो वस्तुएँ पानी में तैरती हैं, क्या वे अन्य द्रवों में भी तैरती हैं ?	आवश्यक सामग्री छोटी बाल्टी, तेल या पेट्रोल, छोटी-छोटी वस्तुएँ
<p>ऐसी कोई वस्तु लीजिए जो पानी में तैरती है, परंतु जिसका थोड़ा सा भाग ही पानी की सतह से ऊपर रहता है। ऐसी वस्तु का घनत्व पानी के घनत्व से थोड़ा ही कम होता है। उदाहरण के लिए यह 0.9 ग्राम प्रति घन सेंटीमीटर हो सकता है। (पानी का घनत्व 1 ग्राम प्रति घन सेंटीमीटर होता है) अब</p>		
<p>इसी वस्तु को तेल या पेट्रोल में तैराने की चेष्टा करें। यदि वस्तु ठीक से चुनी गई है, तो वह डूब जाएगी। ऐसा तभी होगा जब वस्तु का घनत्व तेल या पेट्रोल के घनत्व से अधिक होगा। ऐसे द्रवों का घनत्व 0.7 से 0.9 ग्राम प्रति घन सेंटीमीटर होता है।</p>		

चर्चा	गैस के गुब्बारे हवा में क्यों उड़ते रहते हैं ?
<p>विद्यार्थियों से गैस के गुब्बारे के सुपरिचित उदाहरण की चर्चा कीजिए 'जिसका भार शून्य से भी कम लगता है।' उन्हें सहायता दीजिए कि वे इस परिस्थिति में आर्किमीडीज का सिद्धांत लागू करने की चेष्टा करें। उदाहरण के लिए मान लीजिए एक बड़े-से गुब्बारे का भार <math>\frac{1}{2}</math> ग्राम है। मान लीजिए कि इसमें एक बहुत ही हल्की गैस भरी गई है (जैसे हाइड्रोजन या हीलियम) और उसका भार <math>1\frac{1}{2}</math> ग्राम है। इस तरह गुब्बारे और उसके अंदर भरी गैस का कुल भार 2</p>	<p>ग्राम हो जाता है। ऐसा गुब्बारा फुटबाल के आकार का हो सकता है। यह लगभग 3 ग्राम वायु विस्थापित करता है। आर्किमीडीज के सिद्धांत के अनुसार गुब्बारे पर 3 ग्राम का ऊर्ध्वमुख उत्प्लावन बल है। परंतु गुब्बारे और उसमें भरी गैस का भार कुल दो ग्राम है। फलतः गुब्बारे पर शुद्ध ऊर्ध्वमुख बल एक ग्राम है। इसीलिए यह ऊपर की ओर उड़ता है। फलतः हम कहते हैं 'उसका भार शून्य से भी कम है।'</p>

विद्यार्थियों को यह समझने में सहायता दीजिए कि गुब्बारे का भार 'नहीं के बराबर' नहीं होता। बल्कि इसका भार विस्थापित की गई हवा के भार से कम होता है।

विद्यार्थियों से यह सोचने को कहें कि एक किलोग्राम आलू मंडी में कमानीदार तुला से तोले गए थे। यदि उन्हें शून्यक में कमानीदार तुला से तोला जाए तो उनका भार क्या होगा? उनका भार अधिक होगा क्योंकि शून्यक में उन्हें सहारा देने के लिए वायु का वह उत्प्लावन बल नहीं होगा जो कि मंडी में मौजूद था।

वैज्ञानिकों की कार्यविधि	आर्किमीडीज ने उत्प्लावन सिद्धांत की खोज की।
<p>आर्किमीडीज एक यूनानी वैज्ञानिक और गणितज्ञ था, जो आज से 2200 वर्ष पूर्व पैदा हुआ था। उसने गणित और विज्ञान के क्षेत्र में मानव का ज्ञान बढ़ाने में बहुत योगदान किया। इस इकाई में आप लीवर के जिन सिद्धांतों का अध्ययन कर रहे हैं, आर्किमीडीज उन्हें अच्छी तरह समझता था। एक बार उसने कहा था, "मुझे एक पर्याप्त लंबा लीवर दे दीजिए और उसे टिकाने को जगह दे दीजिए और तब मैं दुनिया को उठा दूंगा।" सरल मशीनों और अन्य यांत्रिक युक्तियों के बारे में उसे जो ज्ञान था उसका उपयोग उसने देश की सहायता करने के लिए किया।</p>	<p>उसने युद्ध के लिए नई और उत्तमतर मशीनों का आविष्कार किया—ऐसी मशीनों का आविष्कार किया जो समुद्र तट तक पहुँचने से पहले ही दुश्मन के जहाजों पर भारी वस्तुएँ फेंक कर उन्हें नुकसान पहुँचाती थीं।</p> <p>सेराक्यूज का शासक आर्किमीडीज की इस योग्यता और बुद्धिमत्ता को जानता था। इसलिए जब कभी विज्ञान से संबंधित कोई समस्या होती थी वह उसका समाधान करने में आर्किमीडीज की सहायता लेता था।</p> <p>कहा जाता है कि शासक को एक सुंदर राजमुकुट दिया गया था। राजमुकुट देने वाले ने कहा कि यह राजमुकुट शुद्ध सोने का बना हुआ है। परंतु शासक</p>



को किसी कारणवश सदेह हो गया। इसलिए उसने आर्किमीडीज को यह पूछने के लिए बुलाया कि यह राजमुकुट शुद्ध सोने का है या नहीं। परंतु वह यह भी नहीं चाहता था कि आर्किमीडीज किसी भी रूप में राजमुकुट को कोई नुकसान पहुँचाए।

आर्किमीडीज ने इस समस्या पर बहुत विचार किया। वह जानता था कि यदि राजमुकुट शुद्ध सोने का होगा तो उसका घनत्व आंशिक रूप से सोने के बने मुकुट के घनत्व की अपेक्षा अधिक होगा। परंतु वह राजमुकुट के घनत्व का हिसाब नहीं लगा सका, क्योंकि वह उसके आयतन की गणना नहीं कह सका।

उन दिनों सेराक्यूज में यह आम रिवाज था कि लोग प्रतिदिन कुछ समय पानी के बड़े टब में अपनी थकान मिटाते थे। एक दिन जब आर्किमीडीज स्नान कर रहा था तो उसने देखा कि उसकी अपनी बाँहें पानी के अंदर के बल के कारण ऊपर को धकेली जा रही थीं। जैसे-जैसे वह अपनी बाँह धीरे-धीरे ऊपर को उठाता गया, तैसे-तैसे वह उतना ही कम पानी विस्थापित करती गई। उसने देखा कि उत्प्लावन बल भी लगातार कम होता गया! तभी अचानक उसे सूझा कि उसकी बाँह का उत्प्लावन बल विस्थापित

पानी के भार के बराबर होगा।

अंत में उसे अपनी समस्या के हल की कुंजी मिल ही गई। उसे राजमुकुट को पिघलाए बिना उसका आयतन जानने का तरीका मालूम हो गया। अब वह राजमुकुट को पानी में डुबा कर उसके भार में आभासी कमी का पता कर सकता था और उससे राजमुकुट का आयतन मालूम कर सकता था। एक बार आयतन पता चलने पर वह आसानी से राजमुकुट का घनत्व ज्ञात कर सकता था और शासक की समस्या हल कर सकता था।

कहते हैं कि जब नहाते समय आर्किमीडीज को यह बात पता चली तो वह अपने पास-पड़ोस को बिल्कुल भूल गया और बिना कपड़े पहने ही सेराक्यूज की सड़कों पर “यूरेका” चिल्लाता हुआ दौड़ पड़ा। यूरेका का अर्थ है, “मैंने पा लिया।”

हो सकता है कि कहानी की सब बातें पूरी तरह सच न हों, परंतु इससे पता चलता है कि यदि कोई प्रेक्षक सावधान हो तो वह अपने पास-पड़ोस की परिचित बातों में से ही ब्रह्मांड के स्वरूप के मार्गदर्शक सिद्धांत खोज सकता है।

### 3. संहति की संकल्पना से कई चीजों के कारणों का स्पष्टीकरण होता है

कक्षा 5 के विद्यार्थी भार की संकल्पना से अच्छी तरह परिचित हैं। वे जानते हैं कि खाद्य पदार्थ तोले जाते हैं, धातुएँ तोली जाती हैं और वे अपने को भी तोलते हैं। वे जानते हैं कि भार को पलड़ेदार तराजू या कमानादार तुला से मापा जा सकता है। वे यह भी सीख चुके हैं कि भार की आधुनिक इकाइयाँ किलोग्राम और ग्राम हैं।

ये बच्चे भार इसलिए मापते हैं जिससे यह पता चल जाए कि उसमें “कितनी” सामग्री है। उन्हें यह विश्वास है कि सामान्य परिस्थितियों में किसी सामग्री या वस्तु का भार नहीं बदलता। यदि वे मंडी में जाकर एक किलोग्राम सब्जी खरीदते हैं तो वे मानते हैं कि घर लौटने पर भी उनके पास एक ही किलोग्राम सब्जी होगी। हो सकता है कि उन्होंने यह

सुना हो कि निचले स्थानों की अपेक्षा ऊँचे पहाड़ों पर किसी वस्तु का भार थोड़ा-सा कम होता है। शायद उन्होंने अंतरिक्ष की खोज की कहानियाँ सुनी या पढ़ी हों और उनसे उन्हें ‘भारहीनता’ की स्थिति के बारे में कुछ पता हो। परंतु उन्हें आमतौर पर ऐसा कोई व्यक्तिगत अनुभव नहीं होता, जिससे उन्हें पता चले कि वस्तु का भार बदल सकता है। वे जानते हैं कि वस्तु का भार उस वस्तु और पृथ्वी के बीच के आकर्षण के कारण होता है। ये बच्चे आमतौर पर सोचते हैं कि यह आकर्षण सब जगह एक-सा होता है।

इस कक्षा के स्तर पर यह उचित है कि पदार्थ की मात्रा के बारे में एक और संकल्पना बताई जाए। यह संकल्पना है द्रव्यमान या संहति की। इस संकल्पना को समझना कठिन

है। इस कक्षा में अध्यापकों और बच्चों को इसी बात से संतुष्ट हो जाना चाहिए कि उन्होंने इस संकल्पना को समझना प्रारंभ किया है। इस शुरुआत से अगली कक्षाओं में उन्हें द्रव्यमान के बारे में और अधिक सीखने में बहुत सहायता मिलेगी। इससे जो उप-संकल्पनाएँ निकलती हैं, उन्हें इस तरह प्रस्तुत किया गया है जिससे विद्यार्थियों को द्रव्यमान की संकल्पना की प्रारंभिक बातों को समझने में सहायता मिले।

### 3 (क). किसी वस्तु की गति उसकी अवस्थितत्व से संबद्ध होती है

द्रव्यमान की संकल्पना भार की संकल्पना से भी अधिक मूलभूत है। यद्यपि इसके बारे में लोग बहुत कम जानते हैं और इससे बहुत कम परिचित हैं। यदि विद्यार्थियों को द्रव्यमान की संकल्पना के बारे में कुछ सीखना है तो उन्हें भार की संकल्पना को कतई छोड़ कर इसके बारे में सोचना सीखना चाहिए। उनमें इस बात के लिए उत्सुकता पैदा की जानी चाहिए कि यदि किसी वस्तु को तोलना असंभव हो तो कैसे

मापा जाए कि अमुक वस्तु में या सामग्री में द्रव्य की मात्रा इतनी है।

द्रव्य के मूलभूत गुणों में से एक यह है कि विराम अवस्था में पड़ी वस्तु तब तक उसी (विराम) अवस्था में रहती है जब तक उस पर कोई असंतुलित बल न लगे। द्रव्य के इस गुण को साधारणतः अवस्थितत्व कहते हैं। अर्थात् किसी वस्तु का अवस्थितत्व उसे तब तक गतिहीन बनाए रखता है जब तक उस पर कोई असंतुलित बल न लगे।

गतिमान वस्तुओं में भी अवस्थितत्व होता है। गतिमान वस्तु तब तक अचर चाल से और उसी दिशा में गतिशील रहती है जब तक कि उस पर कोई असंतुलित बल काम न करे। किसी वस्तु में अवस्थितत्व का परिमाण इस पर निर्भर करता है कि उसमें द्रव्य की मात्रा कितनी है। इस दृष्टि से यह कहा जा सकता है कि किसी वस्तु का अवस्थितत्व उस वस्तु में द्रव्य की मात्रा पर निर्भर करता है। नीचे कुछ ऐसे प्रयोग दिए गए हैं जिनसे बच्चों को अवस्थितत्व के सिद्धांत की प्रारंभिक बातें समझने में सहायता मिल सकती है।

चर्चा	किसी वस्तु को गतिमान करने के लिए किस चीज़ की जरूरत होती है ?
विद्यार्थियों का ध्यान कई ऐसी सामान्य वस्तुओं की ओर दिलाएँ जो गतिहीन होती हैं। कुर्सियाँ, मेजें, एक जग का पानी या बिना हिले-डुले बैठा मनुष्य आदि वस्तुएँ ऐसी ही हैं। बच्चों को इस बारे में चर्चा करने दें कि इन गतिहीन वस्तुओं को कैसे गतिशील किया जाए। बच्चे उन्हें तभी गतिशील कर सकेंगे जब उन्हें खींचा जाए या धकेला जाए। मेज पर रखी वस्तु तब हिलेगी (वह गिर जाएगी) जब उसे	अवलंब देने वाला ऊर्ध्वमुख बल हटा लिया जाए। बिना हिले-डुले बैठा व्यक्ति तभी हिल सकता है जब वह अपनी पेशियों से एक असंतुलित बल लगाता है। उन्हें बताइए कि किस तरह ये वस्तुएँ दिखाती हैं कि गतिहीन पदार्थों को तभी गतिशील बनाया जा सकता है जब उन पर असंतुलित बल लगाया जाए। इस बात की चर्चा करते समय अवस्थितत्व शब्द की चर्चा बार-बार और सही ढंग से करें।

प्रदर्शन	क्या गेंद को बिना किसी बल के चलाया जा सकता है ?	आवश्यक सामग्री गोल चिकनी गेंद, चिकना सपाट पृष्ठ
एक बहुत ही चिकनी गेंद को एक बहुत ही सपाट पृष्ठ पर रखें। पृष्ठ की स्थिति ऐसी रखें कि गेंद अचल रहे। विद्यार्थियों को याद दिलाएँ कि ऐसी गेंद ऐसे पृष्ठ पर बड़ी आसानी से चल सकती है, किन्तु फिर	भी गेंद चल नहीं रही। ऐसा क्यों होता है ? बच्चों को समझाएँ कि गेंद के न चलने का कारण यह है कि उस पर कोई असंतुलित बल नहीं लग रहा है।	

चर्चा	<p>गतिमान वस्तु की गति बदलने के लिए किस चीज़ की जरूरत होती है ?</p>
	<p>विद्यार्थियों का ध्यान ऐसी सामान्य वस्तुओं की ओर दिलाएँ जो गतिशील होती हों। सड़क पर चलता हुआ ट्रक, चिकने फर्श पर भाग रही गेंद, हवा में जोर से फेंका गया पत्थर गतिशील वस्तुओं के ही उदाहरण हैं। बच्चों से पूछिए कि इन वस्तुओं को कैसे रोका जा सकता है, या कम से कम उनकी गति कैसे धीमी की जा सकती है। ट्रक की चाल धीमी करने के लिए ब्रेक लगाए जाते हैं, जिससे घर्षण का बल लगने से चाल धीमी हो जाती है। भागती हुई गेंद को तब रोका जा सकता है जब तक वह किसी बाधा से टकराए, या मनुष्य का हाथ उसे रोक ले। हवा में फेंके गए पत्थर को तब रोका जा सकता है जब वह किसी वस्तु से टकराए। यदि इन वस्तुओं को अपने आप चलने दिया जाए तो जल्दी ही घर्षण के विरोधी बल के कारण उनकी गति धीमी हो जाएगी। विद्यार्थियों को समझाइए कि अवस्थितत्व का गुण यह है कि यह किसी वस्तु को सरल रेखा में और एक समान चाल से तब तक चलाए रखता है जब तक कि उस पर कोई असंतुलित बल लगाया न जाए।</p>

बच्चों से यह चर्चा कीजिए कि कुछ वस्तुओं को गतिशील बनाने के लिए या उनकी गति बदलने के लिए अन्य वस्तुओं की अपेक्षा अधिक बल लगाने की आवश्यकता होती है। अर्थात् इन वस्तुओं में अधिक अवस्थितत्व होता है।

### 3 (ख). किसी वस्तु की संहति (द्रव्यमान) की कल्पना उस वस्तु में द्रव्य की मात्रा के रूप में की जा सकती है

यह बात पहले ही देखी जा चुकी है कि वस्तु के जड़त्व का गुण उस वस्तु में द्रव्य की मात्रा से संबंधित होता है। इन बच्चों ने अभी ही इसके विषय में सीखना प्रारंभ किया है। वे अब तक वस्तु में द्रव्य की मात्रा को भार के रूप में देखने के आदी थे। वास्तव में द्रव्य की मात्रा को एक दूसरा नाम दिया गया

है ताकि भार से उसका अंतर किया जा सके। इस नये शब्द से जो मात्रा व्यक्त की जाती है, उस पर इस बात का कोई प्रभाव नहीं पड़ता कि वह वस्तु ब्रह्मांड में किस जगह विद्यमान है। द्रव्य की मात्रा का विशेष नाम है द्रव्यमान व संहति। इसलिए अवस्थितत्व का गुण वस्तु में द्रव्य की मात्रा से संबद्ध होता है, और यह वस्तु, वस्तु के द्रव्यमान से संबद्ध होती है। नीचे कुछ ऐसे प्रयोग दिए गए हैं जिनसे विद्यार्थियों को द्रव्यमान की संकल्पना से और अधिक परिचित होने में सहायता मिलेगी।

चर्चा	<p>‘भारहीनता’ की दशा में हम द्रव्य की मात्रा कैसे माप सकते हैं ?</p>
	<p>बच्चों से यह कल्पना करने के लिए कहिए कि वे एक अंतरिक्षयान में बैठे हैं जो पृथ्वी की कक्षा की परिक्रमा कर रहा है। इन दशाओं में वे भारहीनता अनुभव करेंगे। न तो उनमें और न उनके चारों ओर की वस्तुओं में कोई भार मालूम होगा। इन दशाओं में हम कैसे पता लगा सकते हैं कि किसी वस्तु में द्रव्य का कितना परिमाण है। यह तो निश्चित है कि वस्तु को तोला नहीं जा सकता। भारहीनता की इन दशाओं में किसी वस्तु में द्रव्य की मात्रा या द्रव्यमान का पता न्यूटन के गति</p>

के पहले सिद्धांत से चल सकता है इससे दो वस्तुओं के द्रव्यमान की तुलना की जा सकती है। आवश्यकता केवल यह देखने की है गतिहीन पड़ी किस वस्तु को गतिशील बनाना अधिक कठिन है। जिस वस्तु को गतिशील बनाना जितना कठिन होगा, उसमें उतना ही अधिक द्रव्यमान होगा। बच्चों को समझाए

कि किसी वस्तु में द्रव्य की मात्रा बताने का यह एक तरीका है—तोल कर नहीं, बल्कि यह देख कर कि उसकी गति में परिवर्तन लाना कितना कठिन है। यह किसी वस्तु के अवस्थितत्व का पता लगाने का तरीका है। इस तरीके से हम किसी वस्तु के द्रव्यमान की माप सीधे ही कर सकते हैं।

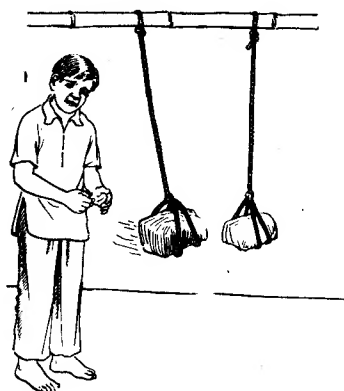
**अन्वेषण**

**दो पत्थरों के द्रव्यमान की तुलना हम बिना तोले कैसे कर सकते हैं ?**

**आवश्यक सामग्री**

बड़ा पत्थर, छोटा पत्थर, डोरी

एक या दो मीटर लंबी डोरी के सहारे प्रत्येक पत्थर को नीचे की ओर लटकाएँ। विद्यार्थियों को बताइए कि ये पत्थर गतिहीन हैं, और वे तब तक गतिशील नहीं होंगे जब तक कि उन पर कोई असंतुलित बल न लगे। उन्हें बताइए कि इन लटकते हुए पत्थरों को हिलाना बहुत आसान है क्योंकि उनमें लगभग नहीं के बराबर घर्षण है। विद्यार्थियों से पूछें कि किस पत्थर को हिलाना आसान है। इसका एक अच्छा तरीका यह है कि विद्यार्थियों को बुला कर कहें कि छोटे और बड़े दोनों पत्थरों को धूँसा मार कर हिलाएँ जैसा कि चित्र 4-69 में दिखाया गया है। उनके हाथ को जो दर्द होगा, उसी से पता चल जाएगा कि किस पत्थर को हिलाना अपेक्षातर कठिन है।



चित्र 4-69

बाईं ओर वाले पत्थर को हिलाने के लिए अधिक बल चाहिए। इसका कारण यह है कि यह पत्थर दूसरे पत्थर से अधिक द्रव्यमान है।

**अच्छी तरह समझने के लिए**

ऊपर की चर्चा में 'असंतुलित बल' शब्दों का कई बार प्रयोग हुआ है। शिक्षक को यह समझना चाहिए कि बल से गति में परिवर्तन हो भी सकता है और नहीं भी हो सकता। कोई वस्तु बल लगाने से गतिशील नहीं भी हो सकती—यदि उस वस्तु पर एक और समान बल भी लग रहा हो, परंतु वह बल विरोधी दिशा में हो। उस दशा में दोनों बल एक दूसरे को संतुलित कर देंगे, और इन संतुलित बलों का परिणाम होगा शून्य।

उदाहरण के लिए मेज पर रखा हुआ पत्थर का टुकड़ा नीचे नहीं गिरता, यद्यपि गुरुत्व-बल वस्तु का भार, उसे नीचे की दिशा में खींच रहा है। परंतु यहाँ मेज उस पत्थर को ऊपर की ओर उतने ही बल से धकेल रही है जितना पत्थर का भार है। ये दोनों बल बराबर हैं, परंतु विरोधी दिशाओं में हैं। ये संतुलित बल हैं और इसलिए इनसे गति में कोई परिवर्तन नहीं होता। केवल असंतुलित बल से ही गति में परिवर्तन होता है।

### 3 (ग). सभी संहतियों (द्रव्यमान) एक दूसरे को आकृष्ट करती हैं

पिछली उप-संकल्पना में विद्यार्थियों ने देखा है कि द्रव्यमान का एक लक्षण यह है कि इसमें अवस्थितत्व होता है। द्रव्यमान का एक और भी गुण होता है। यह गुण है कि हर वस्तु दूसरी वस्तु को इतने बल से आकृष्ट करती है जो अंशतः

दोनों वस्तुओं के द्रव्यमानों पर निर्भर करता है। इसी तरह द्रव्य का दूसरा गुण यह होता है कि यह प्रत्येक उस वस्तु से आकृष्ट होता है जिसमें द्रव्यमान होता है। नीचे कुछ ऐसे प्रयोग दिए गए हैं जिनसे विद्यार्थी द्रव्यमानों के परस्पर आकर्षण की संकल्पना को और अच्छी तरह समझ सकेंगे।

चर्चा	क्या छोटे द्रव्यमान वाली वस्तुएँ एक दूसरे को आकृष्ट करती हैं ?
विद्यार्थियों का ध्यान कमरे की दो सामान्य वस्तुओं की ओर दिलाएँ, जैसे एक कुर्सी और पानी का घड़ा। निश्चय ही इन वस्तुओं में द्रव्यमान है। क्या यह संभव है कि ये वस्तुएँ एक दूसरे की ओर आकृष्ट होती हों? विद्यार्थियों से कहें कि वे इन दोनों वस्तुओं के बीच के आकर्षण बल को मापने की या उसका कोई और प्रमाण ढूँढ़ने की चेष्टा करें। वास्तव में इस उदाहरण में आकर्षण बल इतना कम	है कि उसे मापना कतई संभव नहीं। विद्यार्थियों से अब पृथ्वी और चंद्रमा जैसी दो बड़ी वस्तुओं के बारे में सोचने को कहें। कुछ विद्यार्थी यह पहले से ही जानते होंगे कि समुद्र का ज्वार-भाटा चंद्रमा के गुरुत्वाकर्षण के कारण होता है। यह उदाहरण दो ऐसी बहुत ही बड़ी वस्तुओं का है जो अपने-अपने द्रव्यमान के कारण एक दूसरे को आकृष्ट करती हैं।

### अच्छी तरह समझने के लिए

इस विचार को कि ब्रह्मांड की हर वस्तु एक-दूसरे को आकृष्ट करती है, सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण का नियम कहते हैं। इस सिद्धांत को पहले-पहल सर आइज़क न्यूटन ने प्रतिपादित किया था। उसे विश्वास था, और जैसा कि आज हमारा भी विश्वास है, कि, ब्रह्मांड की हर वस्तु हर दूसरी वस्तु की ओर आकृष्ट होती है। यह आकर्षण बल संबंधित वस्तुओं के द्रव्यमानों और साथ ही उनके बीच की दूरी पर निर्भर करता है। दो वस्तुओं के बीच जितनी अधिक दूरी होती है, उतना ही कम उनका गुरुत्वाकर्षण होता है। दूसरे शब्दों में, या तो दो वस्तुएँ बहुत ही ज्यादा बड़ी होनी चाहिएँ, या वे दोनों बहुत ही निकट होनी चाहिएँ, तभी उन दोनों के बीच के गुरुत्वाकर्षण को माप द्वारा अनुभव किया जा सकता है।

### 3 (घ). किसी वस्तु का भार उस वस्तु और पृथ्वी के बीच का आकर्षण बल है

पिछली उप-संकल्पना में यह बताया गया था कि ब्रह्मांड की हर वस्तु दूसरी वस्तुओं की ओर आकृष्ट होती है। वस्तुओं का द्रव्यमान ही उनमें इतनी श्रमता पैदा करता है कि वे हर वस्तु को इस तरह आकृष्ट कर सकें।

द्रव्यमानों के बीच आकर्षण का सबसे सुपरिचित उदाहरण है परिचित वस्तुओं और पृथ्वी ग्रह के बीच का आकर्षण। जैसे एक पत्थर में द्रव्यमान होता है वैसे ही पृथ्वी ग्रह में बहुत अधिक द्रव्यमान होता है। यह माना जा सकता है कि यह पृथ्वी के केंद्र में सकेन्द्रित है। पृथ्वी का केंद्र पृथ्वी की सतह पर पड़े पत्थर से लगभग 6500 किलोमीटर दूर है। किन्तु पृथ्वी का द्रव्यमान इतना अधिक होता है कि विशालकाय पृथ्वी और छोटे से पत्थर के बीच के आकर्षण बल को हर कोई अनुभव कर लेता है। इसी बल को साधारणतः भार कहते हैं। नीचे कुछ ऐसे प्रयोग बताए गए हैं जिनसे बच्चे इस परिचित संकल्पना को समझ सकेंगे कि भार वास्तव में वस्तु और पृथ्वी के बीच का आकर्षण बल है।

प्रदर्शन	भार के बारे में यह कैसे माना जा सकता है कि वह वस्तु और पृथ्वी के बीच का आकर्षण बल है ?	आवश्यक सामग्री संगमरमर की छोटी गोली, फुटबाल, मिट्टी का बहुत बड़ा मटका
<p>संगमरमर की गोली और फुटबाल को इस तरह रखें कि वे एक दूसरे को छुएँ। विद्यार्थियों को बताएँ कि हर वस्तु का द्रव्यमान उसके केंद्र में संकेंद्रित माना जा सकता है। विद्यार्थियों से पूछें कि संगमरमर की गोली और फुटबाल के केंद्र के बीच कितनी दूरी है ? (यह दूरी इन दोनों के अर्धव्यास के योगफल के बराबर होगी।)</p> <p>विद्यार्थियों से पूछिए कि इन दोनों के बीच आकर्षण-बल क्यों नहीं अनुभव किया जाता ? (कारण यह है कि दोनों में बहुत ही कम द्रव्यमान है)। तुलना करने के लिए संगमरमर की गोली को पानी से भरे हुए मिट्टी के बहुत बड़े मटके के पास रखें। मटके का द्रव्यमान फुटबाल के द्रव्यमान से बहुत अधिक है। फिर भी संगमरमर की गोली और मटके के बीच के आकर्षण-बल को नहीं मापा जा सकता।</p> <p>अब विद्यार्थियों को समझाइए कि इस प्रदर्शन</p>		<p>के बारे में और आगे कल्पना दौड़ाएँ। उन्हें यह कल्पना करने को कहिए कि संगमरमर की गोली एक ऐसी गेंद के समीप पड़ी है जिसका आकार कमरे के या पहाड़ के आकार के बराबर है। यदि संगमरमर की गोली दस किलोमीटर व्यास वाली गेंद के साथ पड़ी होती तो यह संभव था कि हम संभवतः उनके बीच के गुरुत्वाकर्षण-बल का पता लगा सकते। किन्तु इसे मापने के लिए अत्यंत सुग्राही उपकरणों की आवश्यकता पड़ती। यदि बड़ी गेंद का व्यास 1000 किलोमीटर होता तो उनके बीच का आकर्षण-बल निश्चित रूप से जान पड़ता। जब बड़ी गेंद का व्यास 13000 किलोमीटर हो तो वह हमारे पृथ्वी ग्रह के बराबर हो जाएगा। ऐसी दशा में संगमरमर की गोली और पृथ्वी के आकार के गोले का आकर्षण बल एक या दो ग्राम होता। इस आकर्षण बल को ही हम संगमरमर की गोली का भार कहते हैं।</p>

### 3 (ड). किसी वस्तु का भार बदल सकता है, परंतु उसकी संहति (द्रव्यमान) स्थिर रहती है

सभी सामान्य दशाओं में वस्तु का द्रव्यमान स्थिर रहता है, मले ही वह ब्रह्मांड में कहीं पर भी हो। परंतु वह वस्तु कहाँ है इस बात से वस्तु के भार में काफी अंतर पड़ता है। जैसे-जैसे वस्तुएँ पृथ्वी की सतह से अधिकाधिक ऊपर होती जाती हैं, उनके और पृथ्वी के केंद्र के बीच की दूरी बढ़ती जाती है। परिणामतः उनके बीच का आकर्षण बल घटता जाता है। इसी कारण पहाड़ों पर वस्तुओं का भार निचले स्थानों की

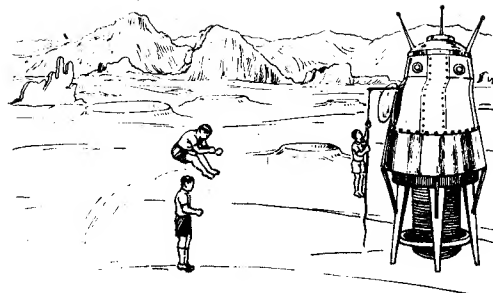
अपेक्षा थोड़ा कम होता है। परंतु इस अंतर को मापने के लिए अत्यंत सुग्राही उपकरणों की आवश्यकता पड़ती है। जब एक गुब्बारा 100 किलोमीटर ऊँचा उड़ जाता है तो पृथ्वी के केंद्र से दूरी बढ़ जाने के कारण वह वास्तव में लगभग 3 प्रतिशत हल्का हो जाता है। ये ऐसे रोचक और महत्वपूर्ण उदाहरण हैं जहाँ वस्तु का भार तो बदल जाता है परंतु उसका द्रव्यमान अपरिवर्तित रहता है। नीचे कुछ ऐसे प्रयोग दिए गए हैं जिनसे विद्यार्थी समझ सकेंगे कि यद्यपि वस्तु का द्रव्यमान वही रहता है, परंतु उसका भार बदल सकता है।

चर्चा	चंद्रमा या अन्य ग्रहों पर भार का क्या होता है ?
<p>किसी वस्तु का भार उस वस्तु और पृथ्वी के बीच का आकर्षण है। यदि वह वस्तु किसी और ग्रह पर हो, जिसका द्रव्यमान या आकार भिन्न हो, तो वस्तु</p>	<p>का भार भी भिन्न होगा। इसका कारण यह नहीं है कि वस्तु का द्रव्यमान भिन्न है, बल्कि यह है कि जो ग्रह (या उपग्रह) उसके पास है, उसका भिन्न द्रव्यमान</p>

है और भिन्न आकार है।

हमारे उपग्रह चंद्रमा का द्रव्यमान पृथ्वी के द्रव्यमान का केवल  $\frac{1}{80}$  भाग है; परंतु चंद्रमा का अर्धव्यास पृथ्वी के अर्धव्यास के  $\frac{1}{4}$  से कुछ अधिक ही है। इन दो भिन्नताओं के परिणामस्वरूप चंद्रमा पर किसी वस्तु का भार पृथ्वी पर उसी वस्तु के भार का  $\frac{1}{6}$  भाग होता है। दूसरे शब्दों में पृथ्वी पर जिस व्यक्ति का भार 60 किलोग्राम होगा, चंद्रमा पर उसी व्यक्ति का भार 10 किलोग्राम रह जाएगा, बशर्ते कि कमानीदार तुला से तोला जाए। वह अपने पैरों पर अपने को हल्का अनुभव करेगा। वह अधिक ऊँचा कूद सकेगा, और लटकती रस्सी पर तेजी से चढ़ सकेगा। यह सब होगा पर उस व्यक्ति का द्रव्यमान वही रहेगा (देखें चित्र 4-70)।

बृहस्पति ग्रह पृथ्वी से बहुत बड़ा है, और इसका बहुत अधिक द्रव्यमान है। यदि उसी व्यक्ति को



चित्र 4-70

किसी भी वस्तु का द्रव्यमान चंद्रमा पर भी वही होगा जो अन्यत्र। तो भी चंद्रमा पर किसी वस्तु का भार पृथ्वी पर उसी वस्तु के भार का  $\frac{1}{6}$  भाग होगा।

बृहस्पति की सतह पर खड़ा किया जा सके तो कमानीदार तुला पर तोलने से उसका भार 150 किलोग्राम होगा।

बच्चों से इस बात की चर्चा करें कि सामान्य वस्तुएँ पृथ्वी की तुलना में इतनी अधिक छोटी होती हैं कि आमतौर से ऐसी दो वस्तुओं के बीच कोई मापा जा सकने योग्य आकर्षण बल नहीं होता। यदि दो सबसे बड़े समुद्री जहाजों को साथ-साथ और एक दूसरे को लगभग छूते हुए खड़ा कर दिया जाए तो उनके बीच आकर्षण बल केवल कुछ ग्राम ही होगा।

चर्चा

किसी वस्तु के भार में होने वाले परिवर्तन का पता हम कैसे लगा सकते हैं?

विद्यार्थियों से पूछें कि उन्हें यह कैसे पता लग सकता है कि यदि किसी वस्तु को गुब्बारे में बहुत ऊँचाई पर ले जाया जाए, तो क्या उस वस्तु का भार बदल जाएगा? उन्हें यह समझाएँ कि पलड़ेदार तराजू इस काम के लिए बिल्कुल अनुपयुक्त है।

इसका कारण यह है कि ऊँचाई पर न केवल उस वस्तु का भार बदल जाएगा, परंतु उपयोग किए जाने वाले मानक बाटों का भार भी बदल जाएगा।

परंतु भार का यह परिवर्तन कमानीदार तुला में देखा जा सकता है।

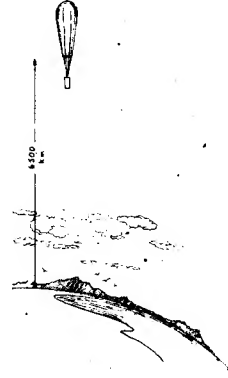
## चर्चा

हम यह कैसे पता लगा सकते हैं कि पृथ्वी के सतह से ऊँचे स्थान पर द्रव्यमान वही रहता है या नहीं ?

विद्यार्थियों को याद दिलाएँ कि पृथ्वी का अर्धव्यास 6500 किलोमीटर है। उन्हें यह कल्पना करने को कहें कि वे एक गुब्बारे में पृथ्वी की सतह से 6500 किलोमीटर की ऊँचाई पर जा रहे हैं। जब वे वहाँ पहुँचेंगे तो पृथ्वी से चलते समय की तुलना में वे पृथ्वी के केंद्र से दुगुनी दूरी पर होंगे। उनसे पूछें कि गुब्बारे में ले जाए गए एक पत्थर के भार और द्रव्यमान में यदि कोई परिवर्तन होगा तो क्या होगा।

बच्चे यह पहले ही सीख चुके हैं (ऊपर की चर्चा देखें) कि एक पत्थर के भार में परिवर्तन जानने के लिए कमानीदार तुला का उपयोग किया जा सकता है। यदि कमानीदार तुला का उपयोग किया जाए तो जिस पत्थर का भार पृथ्वी पर 8 किलोग्राम था, वह उस ऊँचाई पर केवल दो किलोग्राम रह जाएगा, जैसा कि चित्र 4-71 में दिखाया गया है।

इतनी अधिक ऊँचाई पर हमारे कल्पित वैज्ञानिक चले जाएँ तो वे पत्थर का अवस्थितत्व देखकर उसका द्रव्यमान मापेंगे। दूसरे शब्दों में वे पत्थर को गतिशील



चित्र 4-71

6500 किलोमीटर की ऊँचाई पर गुब्बारा पृथ्वी से चलते समय की तुलना में पृथ्वी के केंद्र से दुगुनी दूरी पर होगा। इस प्रकार वस्तु का भार अपने सामान्य भार का एक चौथाई भार रह जाता है।

बनाने के लिए आवश्यक बल की मात्रा माप सकेंगे। उन्हें यह पता चलेगा कि उस ऊँचाई पर भी उतने ही बल की आवश्यकता पड़ती है जितने की पृथ्वी को सतह पर पड़ती है। स्पष्ट है कि द्रव्यमान नहीं बदलता।

## अच्छी तरह समझने के लिए

आधुनिक अंतरिक्ष यात्री की चर्चा करते समय “भारहीनता” शब्द का उपयोग कई बार सही और गलत रूप में किया जाता है। बहुत-से लोग समझते हैं कि पृथ्वी की कक्षा में जो अंतरिक्ष-यान होता है, वह पृथ्वी के गुरुत्व के बाहर होता है। यह बात ठीक नहीं है।

अंतरिक्ष यात्री “भारहीनता” के जिस अनुभव का वर्णन करते हैं, उसका कारण यह है कि वे और उनके अंतरिक्ष का गुरुत्व निरंतर पृथ्वी की ओर “गिर रहे” हैं। परंतु वे धरती से टकराते नहीं क्योंकि वे अपनी कक्षा में इतने वेग से घूम रहे हैं कि वे शब्दशः “पृथ्वी के चारों ओर गिरते हैं।” बहुत

से लोगों को कभी-कभी एकाध क्षण के लिए भारहीनता का अनुभव होता है। यदि कोई पाँच मीटर की ऊँचाई से कूदे तो वह लगभग एक सेकंड तक पृथ्वी की ओर गिरेगा। इस छोटे-से क्षण में उसे भारहीनता का अनुभव होगा। मान लीजिए कूदते समय उसके हाथ में एक पत्थर है और ज्योंही वह कूदना प्रारंभ करता है वह पत्थर को छोड़ देता है। वस्तुतः पत्थर भी उसी गति से गिरेगा जिस गति से कूदनेवाला। तब ऐसा लगेगा कि कूदने वाले की तुलना में पत्थर गिरा ही नहीं। तब कूदनेवाला व्यक्ति पत्थर को “भारहीन” कह सकता है। वास्तव में कूदनेवाले व्यक्ति और पत्थर दोनों में भार है। उनमें और पृथ्वी के बीच का आकर्षण बल ही उनका भार है। यदि आकर्षण बल न होता तो वे गिरते ही नहीं।



#### 4. बल किसी वस्तु की गति बदल सकता है

जब वस्तु गतिमान नहीं होती, अर्थात् विराम की अवस्था होती है तो उसकी गति शून्य होती है। यदि विराम की अवस्था में वस्तु पर असंतुलित बल लगाया जाए तो उससे वस्तु में गति पैदा हो जाती है। यदि वह असंतुलित बल उसी दिशा में लगाया जाता रहे तो उसकी चाल बढ़ जाती है। दूसरी ओर यदि वस्तु पर लगाया जाने वाला बल हटा दिया जाए तो वस्तु उसी दिशा में निश्चित चाल से चलती रहेगी।

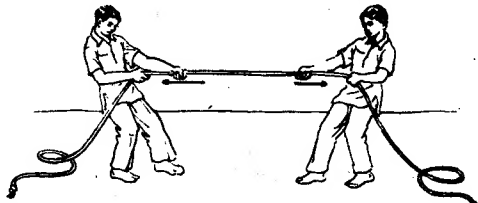
गतिशील वस्तु विराम अवस्था में तब आती है, अर्थात् उसकी चाल शून्य तब हो जाती है, जब एक असंतुलित बल उसपर उसकी गति की विरोधी दिशा में लगता है। इन विद्यार्थियों को पता है कि घर्षण बल हमेशा गति का विरोध करता है। इसलिए घर्षण बल सदैव एक ऐसा असंतुलित बल है जो एक दिए हुए गतिमान वस्तु को विराम की अवस्था में ले आता है।

इस तरह असंतुलित बल एक अचल वस्तु को गतिशील

बना सकता है, गतिमान वस्तु को विराम अवस्था में ला सकता है अथवा गतिमान वस्तु की चाल को घटा या बढ़ा सकता है।

4 (क). स्थिर (विराम) अवस्था में पड़ी वस्तु तब तक स्थिर (विराम) अवस्था में रहती है जब तक कि उस पर कोई असंतुलित बल काम न करे

मेज पर पड़ी पुस्तक तब तक वहीं पड़ी रहती है, जब तक कोई असंतुलित बल उसे न चलाए। सामान्य वस्तुएँ तब तक अपनी जगह पड़ी रहती हैं जब तक कोई उन्हें चलाए न। अब कल्पना कीजिए कि दो लड़के एक मेज को विरोधी दिशाओं में समान बल से धकेलने लगे। मेज विराम अवस्था में ही खड़ी रहेगी। कारण यह है कि मेज पर काम करने वाले दोनों बल एक दूसरे के विरुद्ध संतुलित हो जाते हैं। इसलिए किसी वस्तु को गतिशील बनाने के लिए यह आवश्यक है कि बल असंतुलित हो। यहाँ दिए गए कुछ प्रयोगों से बच्चे इसे समझ सकेंगे।

अन्वेषण	संतुलित बल का क्या प्रभाव होता है ?	आवश्यक सामग्री
<p>एक मजबूत रस्सी लें। समान ताकत वाले दो बच्चों को आमने-सामने खड़ा कर दें। प्रत्येक बच्चा रस्सी के सिरे को अपने दोनों हाथों में पकड़ ले। उन्हें रस्सी खींचने दें और फिर जैसा चित्र 4-72 में दिखाया गया है, धीमे-धीमे जोर बढ़ाएँ। कक्षा के बाकी विद्यार्थी उन्हें ध्यान से देखें। जो लड़का ज्यादा जोर लगाता है रस्सी थोड़ी-सी उसी की ओर चली जाती है। फिर मान लीजिए दूसरा लड़का प्रतिलोलन करने के लिए अधिक बल लगाता है तब रस्सी दूसरी दिशा में खिंच जाती है। इससे पता चलता है कि रस्सी में गति तब होती है जब दोनों बल असंतुलित</p>	 <p>चित्र 4-72</p> <p>यदि दो बल बराबर के हैं और विरोधी दिशाओं की ओर हैं तो वे संतुलित बल होते हैं। तब गति में कोई परिवर्तन नहीं होता।</p> <p>हों। अंत में जब एक लड़का ढील दे देता है, तो रस्सी दूसरे लड़के की ओर चली जाती है।</p>	<p>रस्सी</p>

एक गेंद को उठाएँ और फिर छोड़ दें। असंतुलित गुरुत्व-बल उसे गतिशील बना देगा अर्थात् गेंद नीचे गिर जाएगी।

- 4 (ख). गतिमान (गतिशील) वस्तु तब तक (उसी चाल से) गतिमान रहती है, जब तक उस पर कोई असंतुलित बल काम न करे

यदि कोई पैर से गेंद को ठोकर मारे और उसे मैदान पर भागने दे तो गेंद की प्रवृत्ति यह होगी कि उमी चाल से और उसी दिशा में वह गतिशील बनी रहे। फिर भी कुछ समय बाद गेंद रुक जाती है। जो बल गेंद को रोक देता है और

उसकी चाल को शून्य कर देता है, वह है घर्षण का बल। गेंद मैदान पर भागती है और मैदान गति की विपरीत दिशा में घर्षण के रूप में प्रतिरोध करता है। व्यवहार में घर्षण बल कभी भी शून्य नहीं होता। इसलिए गेंद कुछ समय बाद बिराम की अवस्था में आ जाती है। निम्नलिखित प्रयोग इसे स्पष्ट कर देता है।

अन्वेषण	साइकिल का पहिया बराबर घूमता क्यों नहीं रहता ?	आवश्यक सामग्री साइकिल
<p>साइकिल को उल्टा करके उसे सीट और हैंडिल पर खड़ा कर दें। पैडल घुमाकर पिछले पहिए को घुमाएँ। थोड़ी देर उसे घूमने दें, और फिर ब्रेक लगा दें। पहिया रुक जाता है। ब्रेकों के घर्षण से एक असंतुलित बल लगता है जो पहिए को रोक देता है। यदि ब्रेक न लगाए जाते तो पहिया घूमता रहता।</p>		

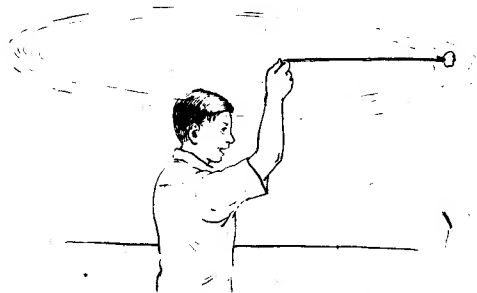
बच्चों से उन बलों की चर्चा करें जो साइकिल की गोली पर लगते हैं। गुरुत्व-बल उसके पथ को अधोमुखी वक्र में परिवर्तित कर देता है। इस वक्रता पर ध्यान न दें तो गोली सरल रेखा में जाती है। गोली निरंतर गतिशील क्यों नहीं रहती? वायु के साथ होने वाले घर्षण का बल उसकी चाल को धीमा कर देता है।

- 4 (ग). गतिमान वस्तु तब तक उसी दिशा में निरंतर गतिमान रहती है जब तक उस पर कोई असंतुलित बल काम न करे

- (1)—किसी वस्तु को वक्र-पथ पर गतिमान बनाए रखने के लिए सतत बल की आवश्यकता होती है

कल्पना कीजिए कि एक साइकिल सवार एक चिकनी सड़क पर जा रहा है। उसे सीधी रेखा पर चलने के लिए साइकिल के हैंडिल पर नियंत्रण रखने की आवश्यकता नहीं होती। जब वह किसी तरफ मुड़ना चाहता है तो वह हत्ये के द्वारा असंतुलित बल लगाता है, जिससे साइकिल की दिशा बदल सके। यह बात हर गति पर लागू होती है। अवस्थितत्व गतिमान पिंड को एक निश्चित दिशा में रखता है। वह अपनी दिशा तभी बदलेगा जब एक असंतुलित बल उस पर काम करेगा।

वक्रपथ का अनुसरण करने वाली गतियों के अनेक उदाहरण हैं। उदाहरण के लिए जब एक पत्थर को डोरी में बाँध कर उँगली से घुमाया जाता है तो वह एक वृत्ताकार पथ में घूमता है। यदि एक वस्तु वृत्त में घूम रही हो तो वह बराबर अपनी दिशा बदलती रहती है, अन्यथा उसको एक सरल रेखा में ही चलना चाहिए। डोरी पत्थर को उँगली की ओर आकर्षित करती रहती है। इसलिए जब पत्थर उँगली से दूर हटने को होता है तब डोरी का आकर्षण उसे उँगली की तरफ मुड़ने के लिए बाध्य करता है। इसके कारण गति की दिशा में परिवर्तन हो जाता है। डोरी के सतत आकर्षण के कारण घूमता हुआ पत्थर निरंतर अपनी दिशा बदलता रहता है; जिससे वृत्ताकार गति होती है। यह सिद्धांत समझाने के लिए निम्नलिखित प्रयोग करें।

प्रदर्शन	क्या पत्थर को वृत्ताकार पथ पर रखने के लिए बल की आवश्यकता होती है ?	आवश्यक सामग्री पत्थर, डोरी
<p>किसी विद्यार्थी से कहें कि एक डोरी से पत्थर बाँधे। दूसरा सिरा वह अपने हाथ में रखे और चित्र 4-73 की तरह उसे घुमाए। जब वह कुछ गति प्राप्त कर ले तो उसे कहें कि डोरी छोड़ दे। अन्य बच्चों से कहें कि इसे ध्यान से देखें कि पत्थर किस दिशा में जाता है। डोरी द्वारा पत्थर को विद्यार्थी की उँगलियों की ओर आकर्षित किए रहने से घूमने वाला पत्थर अपनी दिशा बदलता रहता है। जैसे ही डोरी द्वारा कर्षण समाप्त होता है, पत्थर सरल रेखा में चलने लगता है। (यह क्रिया कक्षा के बाहर की जानी चाहिए जिससे पत्थर किसी को लगे नहीं।)</p>		
		
<p>चित्र 4-73 लड़का पत्थर को लगातार अपनी ओर खींचता है। इस बल के बिना पत्थर सीधी रेखा में चलने लगता है।</p>		

एक साइकिल उल्टी करके रखें, उसका पहिया तेजी से घुमाएँ और टायर पर सावधानीपूर्वक पानी डालें। पानी जब पहिए पर से छटके तो उसकी दिशा को सावधानीपूर्वक देखें। पानी पहिए से अलग होने के पूर्व जिस दिशा की ओर बढ़ता था, उसी दिशा में वह सरल रेखा में भागता है।

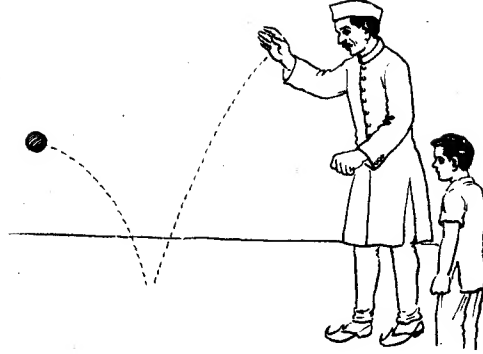
- (2)—जब गेंद को ऊपर फेंका जाता है तो उस पर सतत गुरुत्व-बल लगते रहने के कारण वह वक्र पथ पर चलता है। विद्यार्थियों को पत्थर फेंकने का खूब अनुभव होता है। वे यह देख चुके हैं कि फेंका गया पत्थर वक्र पथ पर चलता है। अब वे यह भी देख चुके हैं कि डोरी से बाँधा गया और उँगली से घुमाया जाने वाला पत्थर वृत्ताकार पथ पर चलता है क्योंकि डोरी के आकर्षण के कारण वह अपनी दिशा निरंतर बदलता रहता है। ऐसा ही तब होता है जब पत्थर या गेंद को फेंका जाता है। अंतर केवल इतना होता है कि वह डोरी के खिंचाव के स्थान पर गुरुत्व के खिंचाव के कारण दिशा बदलता है। निम्नलिखित सरल प्रयोग इसको स्पष्ट प्रदर्शित कर देता है :—

प्रदर्शन	गुरुत्व बल रबड़ की गेंद को किस तरह प्रभावित करता है ?	आवश्यक सामग्री रबड़ की गेंद
<p>रबड़ की एक गेंद लीजिए और उसे पृथ्वी पर तिरछी दिशा में फेंकिए। बच्चों से कहिए कि वे गेंद की गति को ध्यान से तब तक देखें जब तक वह दुबारा पृथ्वी पर न गिरे (उसका यह वक्र पथ ब्लैकबोर्ड पर खींच कर दिखाइए)। यदि गुरुत्व बल न लग रहा हो तो उसे एक सीधा रास्ता तय करना चाहिए था। किन्तु</p>		

गति के प्रत्येक बिंदु पर गुरुत्व बल इसे नीचे की ओर आकर्षित करता है और उसकी दिशा बदल देता है। सतत खिंचाव के कारण गति की दिशा में भी सतत परिवर्तन होता है। इसका परिणाम होता है वक्र पथ। देखिए चित्र 4-74।

चित्र 4-74

गुरुत्व बल रबड़ की गेंद को वक्र पथ पर चलाता है। इसके बिना गेंद सीधे पथ पर जाएगी।



बच्चों से कहिए कि वे भिन्न-भिन्न चालों और भिन्न-भिन्न कोणों से फेंके गए पत्थरों के पथ कागज पर खींचें।

- (3). ग्रह और उपग्रह अपने वक्र पथों पर चलते हैं क्योंकि ग्रहों और उनके मूल पिंडों के बीच सतत बल लगता रहता है।

पृथ्वी सूर्य के चारों ओर घूमती है और चंद्रमा पृथ्वी के चारों ओर। पृथ्वी ऐसा ग्रह है जिसका मूल पिंड सूर्य है। दूसरी ओर चंद्रमा एक ऐसा उपग्रह है जिसका मूल पिंड पृथ्वी है। सूर्य पृथ्वी पर गुरुत्वीय खिंचाव डालता है। सूर्य

के गुरुत्वीय खिंचाव के बिना पृथ्वी उसी तरह एक सीधी रेखा में चली जाती है जिस तरह एक चिकनी सतह पर गेंद भागती है। किन्तु पृथ्वी की गति के हर बिंदु पर सूर्य उसे इसी तरह खींचे रहता है जैसे तेजी से घूमने वाले पत्थर को डोरी उँगली की तरफ खींचती है। इसलिए पृथ्वी सूर्य की परिक्रमा करती है। जब चंद्रमा पृथ्वी के चारों ओर घूमता है तब भी यही बात होती है। निम्नलिखित सरल प्रयोग इस बात को और अच्छी तरह समझा देगा :—

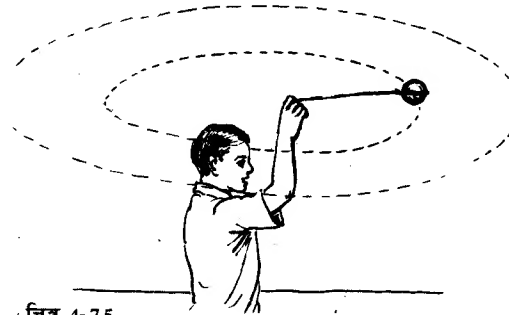
प्रदर्शन

कौन-सा बल किसी ग्रह को उसकी कक्षा में रखता है ?

आवश्यक सामग्री

गेंद या पत्थर, रबड़ का फीता

एक विद्यार्थी को रबड़ के फीते के एक सिरे से गेंद बाँधने को कहें। दूसरा सिरा वह अपने हाथ में पकड़े और गेंद को तेजी से घुमाए। इससे रबड़ का फीता खिंचेगा। फिर उसे घुमाने की चाल बढ़ाने को कहें। इससे रबड़ का फीता और ज्यादा खिंचेगा। अब घुमाने की गति को कम कर दें। रबड़ का फीता सिकुड़ जाएगा। इस तरह गेंद-रूपी यह 'ग्रह' और नजदीक आ जाता है और अपेक्षाकृत छोटी कक्षा में घूमता है। देखिए चित्र 4-75।



चित्र 4-75

गुरुत्व बल ग्रह को उसकी कक्षा में उसी प्रकार रखता है जिस प्रकार खिंचा हुआ रबड़ का फीता अपने बल से गेंद को उसकी कक्षा में रखे है।

विद्यार्थियों से इस बात की चर्चा करें कि अंतरिक्ष-यान जब पृथ्वी के वायु-मंडल के बाहर चला जाता है तो फिर वह सरल रेखा में क्यों नहीं बढ़ता। (क्योंकि पृथ्वी के गुरुत्व बल के कारण वह वक्र पथ पर चलता है।)

**4 (घ). उक्त कथनों (वक्तव्यों) को संक्षेप में प्रथम गति-नियम कहा जा सकता है**

अब तक विद्यार्थियों ने जो संकल्पनाएँ सीखी हैं, यदि उन्हें इकट्ठा कर दिया जाए, तो वे एक मूलभूत नियम के बारे में बताती हैं। यह नियम ब्रह्मांड की सभी वस्तुओं की गतियों के बारे में जानकारी देता है। चाहे किसी बच्चे द्वारा फेंके गए छोटे-से पत्थर की गति हो या सूर्य के चारों ओर ग्रहों की गति, दोनों पर ही यह मूलभूत नियम लागू होता है जिसके

अनुसार—“किसी वस्तु की गति तब तक अचर रहती है, जब तक कि कोई असंतुलित बल उस पर काम न करे।” जो वस्तुएँ विराम अवस्था में होती हैं उनकी गति शून्य कही जाती है। इस तरह अचल और गतिमान दोनों वस्तुएँ इस नियम के अंतर्गत आ जाती हैं। इस नियम को विकसित करने वाला गैलीलियो था और बाद में इसकी स्पष्ट रूप से आइज़क न्यूटन ने व्याख्या की। विद्यार्थियों को यह मूलभूत नियम समझाने के लिए ब्लैकबोर्ड का उपयोग इस ढंग से करें:—

चर्चा	पहला गति-नियम क्या है ?
पहला गति-नियम ब्लैक बोर्ड पर लिखें। विद्यार्थी पहले जो उप-संकल्पनाएँ सीख चुके हैं, उनका इस नियम से संबंध बताएँ। बच्चों को कुछ ऐसी वस्तुओं की गति बताने को कहें जिनके बारे में वे सीख चुके	हैं या अनुभव कर चुके हैं। विद्यार्थी जिन गतियों की चर्चा करें उनके बारे में उन्हें समझाएँ कि वे किस तरह इस मूलभूत नियम द्वारा नियंत्रित होती हैं।

चर्चा करें कि अचर गतियों को किम तरह शून्य गति के रूप में देख सकते हैं। यह भी बताएँ कि अचर गति के अर्थ हैं कि चाल भी अचर (एक समान) हो और चाल की दिशा भी अचर (वैसी ही) हो।

विद्यार्थियों को न्यूटन के बारे में पढ़ने के लिए प्रोत्साहित करें।

**5. किसी वस्तु की संहति (द्रव्यमान) यह निश्चित करती है कि किसी बल से वस्तु की गति में कितना परिवर्तन आएगा।**

इस इकाई की पिछली मुख्य संकल्पना में विद्यार्थियों ने इस बात को नई दृष्टि से देखा है कि बल क्या होता है। बल को केवल 'धकेलने' वाला या 'आकर्षित' करने वाला कहने

की जगह, वे इसे अब इस रूप में बता चुके हैं कि यह क्या कर सकता है। बल वस्तु की गति बदल सकता है। इस मुख्य संकल्पना का विकास विज्ञान के शिक्षण में एक आगमनात्मक

पद्धति है। विद्यार्थियों ने छोटी-छोटी सरल बातें देखीं और फिर उनके द्वारा बल और गति के बीच संबंध का एक व्यापक कथन बनाया।

किन्तु बल का परिमाण ही केवल इसको तय नहीं करता है कि वस्तु के गति में कितना परिवर्तन होगा। इसमें दूसरा महत्व का कारण है कि वस्तु 'कितनी बड़ी' है। 'कितनी बड़ी' का तात्पर्य विद्यार्थी यह ले सकते हैं कि उसका आकार-प्रकार कितना है, उसका आयतन कितना है या उसका भार कितना है। किन्तु वैज्ञानिक उसका यह अर्थ लेते हैं कि उस वस्तु में द्रव्य की मात्रा कितनी है—अर्थात् उसका द्रव्यमान कितना है।

विद्यार्थी अपने अनुभव से यह जानते हैं कि वे निश्चित बल से 'भारी' या 'बड़ी' (अधिक द्रव्यमान वाली) वस्तु की अपेक्षा 'हल्की' या 'छोटी' (कम द्रव्यमान वाली) वस्तु की गति में अधिक परिवर्तन कर सकते हैं। इस मुख्य संकल्पना के प्रयोगों से विद्यार्थी द्रव्यमान और गति में परिवर्तन के

परस्पर संबंध का प्रत्यक्ष विशेष प्रमाण पा सकेंगे। प्रत्यक्ष प्रमाण के इन छोटे-छोटे खंडों से वे पिछली मुख्य संकल्पना की तरह ही एक और सामान्य कथन तैयार कर सकेंगे।

5 (क). कोई वस्तु जितनी अधिक भारी होती है, उतना ही अधिक बल उसे गतिशील बनाने या उसकी गति परिवर्तन लाने के लिए चाहिए

एक पेंसिल की अपेक्षा एक भारी मेज को चलाने के लिए अधिक बल की आवश्यकता होती है। इसी तरह एक भागती हुई गेंद को रोकने की अपेक्षा एक चलते हुए भारी बेलन को रोकने के लिए अधिक बल की आवश्यकता होती है। वास्तव में दोनों उदाहरणों में होता यह है कि वस्तुओं की गति बदल दी जाती है। गति में यह परिवर्तन लाने के लिए बल की आवश्यकता होती है। और वस्तु के इसी गुण को अवस्थितत्व कहते हैं। हल्की वस्तुओं की अपेक्षा भारी वस्तुओं में अधिक अवस्थितत्व होता है। नीचे दिए गए प्रयोग से कक्षा के विद्यार्थी इसे अधिक अच्छी तरह समझ जाएँगे :—

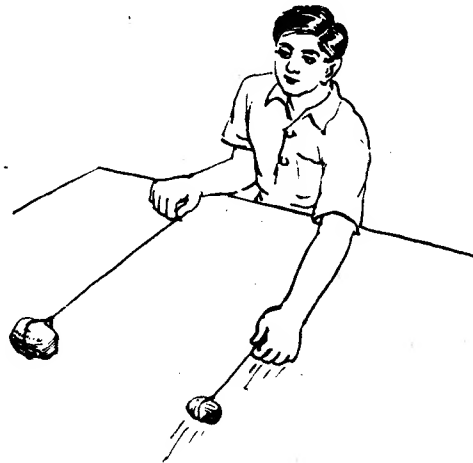
#### अन्वेषण

क्या हल्की वस्तुओं की अपेक्षा भारी वस्तुओं को चलाना अधिक कठिन है ?

आवश्यक सामग्री  
दो पत्थर, रबड़ का फीता

अलग-अलग भार के दो पत्थर लें। रबड़ के फीते के एक सिरे से एक पत्थर को बाँधें और इसे खींचने की चेष्टा करें। रबड़ के फीते की बढ़ी हुई लंबाई को माप कर नोट करें। दूसरे पत्थर के साथ भी ऐसा ही करें। भारी पत्थर के खींचने में रबड़ का फीता अधिक लंबा हो जाएगा क्योंकि अवस्थितत्व को अधिक बल से निष्प्रभावित करना पड़ेगा। देखिए चित्र 4-76।

एक ही आकार की एक लोहे की और एक लकड़ी की गेंद लें। लोहे की गेंद को मेज पर लुढ़काएँ और एक बच्चे को उसे रोकने को कहें। अब लकड़ी की गेंद को मेज पर लुढ़काएँ और बच्चे को उसे रोकने को कहें। चूँकि लोहे की गेंद भारी है, इसलिए उसे रोकने में अधिक बल लगेगा।



चित्र 4-76

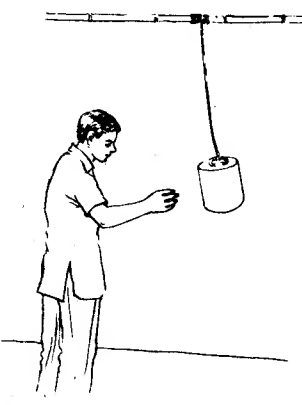
हम यह आसानी से देख सकते हैं कि भारी वस्तुओं को चलाने के लिए अधिक बल की आवश्यकता होती है।

**5 (ख). किसी वस्तु का अवस्थितत्व उसके भार पर नहीं, परंतु उसकी संहति पर निर्भर करता है**

यह एक सबसे कठिन संकल्पना है। यदि थोड़े से कुशाग्र विद्यार्थियों ने भी इसके विचार को समझ लिया तो शिक्षक को प्रसन्न हो जाना चाहिए। जो विद्यार्थी इस विचार को नहीं भी समझेंगे, 5वीं कक्षा में इसके बारे में सुन लेने से, बड़े होने पर, उनके लिए इसे समझना सरल हो जाएगा।

ऊपर लिखे प्रयोगों से यह स्पष्ट रूप से ज्ञात होता है कि

यदि कोई वस्तु भारी हो तो उसकी गति को बदलने के लिए अधिक बल की आवश्यकता होती है। दूसरे शब्दों में कहा जाए तो एक दिए हुए बल से हल्की वस्तु की अपेक्षा भारी वस्तु की गति में कम परिवर्तन आएगा। वास्तव में इस संबंध पर नियंत्रण करने वाला वस्तु का भार नहीं है, परंतु वस्तु का द्रव्यमान है। नीचे एक प्रयोग दिया गया है जो बच्चों को कम से कम यह बताता है कि ऐसा ही होता है :—

<p><b>अन्वेषण</b></p>	<p><b>क्या यह वास्तव में भार ही होता है जो वस्तुओं को अवस्थितत्व प्रदान करता है ?</b></p>	<p><b>आवश्यक सामग्री</b> भारी वस्तु, मजबूत डोरी</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>लोहे की एक भारी गोल छड़ में जिसका भार कुछ किलोग्राम हो। खाद्य पदार्थ के एक बिना खुले डिब्बे से भी काम चल जाएगा। विद्यार्थियों को कहें कि इसे लुढ़का कर रोकें और सदा इस बात का ध्यान रखें कि गति को बदलने के लिए बल की कितनी मात्रा लगती है। ऊपर बताई गई क्रियाओं को देखकर वे कह सकते हैं कि चूंकि वस्तु पर्याप्त भारी है इसलिए अधिक बल की आवश्यकता पड़ती है। अब उनसे पूछिए कि यदि आप (शिक्षक) भार को अवलंब दें और यदि वे (विद्यार्थी) उसे केवल हिलाएँ ही, तो लगाए जाने वाले बल में कोई परिवर्तन होगा या नहीं, और यदि होगा तो कैसे ? आपके यह कहने से कि आप भार को सहारा देंगे, कुछ विद्यार्थी इस धोखे में आ जाएँगे और शायद वे यह सोचने लगेंगे कि अब बहुत कम बल की आवश्यकता पड़ेगी। उन्हें ऐसा करने दीजिए। जब वे भार को गतिशील बनाएँ, उसकी गति को रोकें या अन्य किसी तरीके से उसकी गति को बदलें, तो आप भार को एक डोरी से थामे</p> </div> <div style="width: 45%; text-align: center;">  <p>चित्र 4-77 यद्यपि भार को सहारा दिया गया है किंतु इसकी गति बदलने के लिए बल आवश्यक है।</p> <p>रहें जैसा कि चित्र 4-77 में दिखाया गया है। तब वे मान जाएँगे कि भार को आप सहारा दें या न दें, लगभग बराबर ही बल लगता है। स्पष्ट है कि भार वस्तुओं को अवस्थितत्व प्रदान नहीं करता।</p> </div> </div>		

<p><b>चर्चा</b></p>	<p><b>क्या तैरनेवाली वस्तुओं में अवस्थितत्व होता है ?</b></p>
<p>विद्यार्थियों को बताइए कि नाव के भार का संतुलन पानी करता है, और जहाँ तक नाविक का प्रश्न होता है, उसके लिए नाव का कोई भार नहीं होता। उनसे पूछिए कि क्या नाव की गति बदलने के लिए बल की</p>	

आवश्यकता होती है। वे इस बात को मानेंगे (इसका प्रमाण दिया जा सकता है) कि बल लगाना आवश्यक है। इस उदाहरण से विद्यार्थियों को समझाए कि

वास्तव में अवस्थितत्व का कारण वस्तु का भार नहीं, वरन् द्रव्य की मात्रा अर्थात् उसका द्रव्यमान होता है।

कुछ बच्चों के लिए ऐसी व्यवस्था कीजिए कि वे एक चिकनी कड़ी और समतल सड़क पर खड़ी, बिना ब्रेक लगी मोटरकार को धकेल सकें। उन्हें बताइए कि धकेलते समय वे घर्षण और अवस्थितत्व को निष्प्रभावित कर रहे हैं न कि उसके भार को। वे इतने ताकतवर नहीं हैं कि मोटर को उठा सकें।

### अच्छी तरह समझने के लिए

शिक्षक को यह समझना चाहिए, और कुछ कुशाग्र विद्यार्थी भी यह समझ जाएँगे कि उपर्युक्त प्रयोग एक प्रकार का 'घोखा' ही है। यह ठीक है कि एक उदाहरण में शिक्षक ने एक गोलाकार भारी वस्तु को सहारा दिया था, परन्तु उसके पहले मेज ने उसे सहारा दिया हुआ था और फिर यदि मेज, शिक्षक, पानी या सड़क किसी वस्तु को सहारा देते हैं तो इसका यह अर्थ नहीं कि उसका भार समाप्त हो गया है।

यह बहुत रोचक प्रयोग होगा यदि हम किसी वस्तु की गति बदलने के लिए आवश्यक बल का प्रयोग किसी ऐसे स्थान पर कर सकें जहाँ, द्रव्यमान तो उतना ही रहे किन्तु भार बदल जाए। परन्तु ऐसा करने के लिए यह आवश्यक होगा कि पृथ्वी से बहुत दूर जाया जाए, जहाँ पर कि वस्तु और पृथ्वी के केंद्र की दूरी सामान्य 6500 किलोमीटर से बहुत ज्यादा हो। या फिर कोई किसी दूसरे ग्रह पर, या चंद्रमा पर चला जाए जहाँ पर कि गुरुत्व बल पर पृथ्वी का प्रभाव न पड़े। स्पष्ट है कि हम ऐसा केवल 'काल्पनिक प्रयोग' के ही द्वारा कर सकते हैं। मान लीजिए कि एक लड़का अपनी पूरी ताकत से साइकिल के पैडल चलाता है। पृथ्वी पर वह विराम की अवस्था से प्रारंभ करता है और एक चिकनी समतल सड़क पर दस सेकंड में 30 किलोमीटर प्रति घंटा की चाल पकड़ लेता है। यदि वह चंद्रमा पर चला जाए तो उसका द्रव्यमान तो वही रहेगा (अर्थात् साइकिल समेत 60 किलोग्राम) परन्तु उसका भार पहले का  $\frac{1}{6}$  भाग होगा या लगभग दस किलोग्राम बल। यदि वह अपना यही प्रयोग चंद्रमा की किसी चिकनी सड़क पर करे, तब भी वह देखेगा कि 30 किलोमीटर प्रति घंटा की चाल प्राप्त करने में उसे

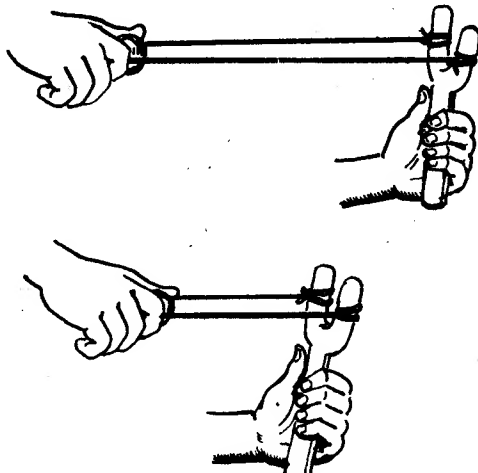
दस ही सेकंड लगते हैं। फिर यदि वह बृहस्पति पर चला जाए, तो वहाँ का गुरुत्व बल पृथ्वी के गुरुत्व बल से ढाई गुना अर्थात् 150 किलोग्राम बल होगा। परन्तु उसका द्रव्यमान तब भी 60 किलोग्राम ही रहेगा और जोर से ताकत लगाने पर भी वह 10 सेकंड में 30 किलोमीटर प्रति घंटा की चाल ही प्राप्त कर पाएगा।

बिना किसी प्रत्यक्ष प्रमाण के भी इन काल्पनिक प्रयोगों से विद्यार्थियों को यह विचार बनाने में सहायता मिल सकती है कि यद्यपि भिन्न-भिन्न स्थानों पर भार बदल सकता है परन्तु द्रव्यमान स्थिर रहता है और फिर, वस्तु का भार नहीं, परन्तु द्रव्यमान इसे अवस्थितत्व प्रदान करता है।

5 (ग). किसी वस्तु की गति को धीमे से बदलने की अपेक्षा तेजी से बदलते समय अधिक बल की आवश्यकता होती है

यह भी एक सामान्य अनुभव है। यदि कोई लड़का तेज़ी से साइकिल चलाना चाहता है, तो वह पैडलों पर बल लगाता है। इस उदाहरण में उसके शरीर का द्रव्यमान और साइकिल का द्रव्यमान अपरिवर्तित रहते हैं। परन्तु गति को तेज़ी से बदल सकने के लिए उसे और ज्यादा बल लगाना ही पड़ेगा। यदि कोई खिलाड़ी फुटबाल को आराम से ठोकर मारे तो वह अपनी गति धीमे से बदलती है, और यदि वह उसे जोर से ठोकर मारे तो वह अपनी गति तेज़ी से बदलती है। इसी तरह कोई साइकिल सवार जब तेज़ी से चलती हुई साइकिल को रोकना चाहता है तो उसे ब्रेक कसने में ज्यादा बल लगाना पड़ता है। यदि साइकिल धीमें जा रही हो तो ब्रेक पर कम बल लगाना पर्याप्त होता है। नीचे दिए गए सरल प्रयोग इस सिद्धांत को स्पष्ट करते हैं:



अन्वेषण	क्या गति को धीमे से बदलने की अपेक्षा तेजी से बदलते समय अधिक बल की आवश्यकता होती है ?	आवश्यक सामग्री पत्थर, रबड़ का फीता
<p>रबड़ के फीते का एक सिरा पत्थर से बांधें। दूसरे सिरे को एक हाथ में पकड़ें और पत्थर वाले सिरे को कुछ दूरी तक खींच कर छोड़ दें। इस बात पर ध्यान दीजिए कि पत्थर कितनी तेजी से आता है। अब इसे और ज्यादा खींचिए और फिर पत्थर की चाल को देखिए। इस तरह गति में तेजी से परिवर्तन लाने के लिए अधिक बल की आवश्यकता पड़ती है। यह बल रबड़ के फीते के अधिक आकर्षण से मिलता है। चित्र 4-78 देखिए जहाँ यह सिद्धांत एक गुनेल द्वारा प्रमाणित किया गया है।</p> <p>चित्र 4-78 ऊपर वाला पत्थर नीचे वाले की अपेक्षा अधिक तेजी से जाएगा क्योंकि इसमें अधिक बल लगा है।</p>		
		

ऐसी व्यवस्था करें कि दो विद्यार्थी पूरी तेजी से अपनी साइकिलें चलाएँ। एक विद्यार्थी को 15 सेकंड का समय दीजिए और दूसरे को 5 सेकंड का। किसे अधिक जोर लगाना पड़ेगा ?

अच्छी तरह समझने के लिए

ऊपर की पंक्तियों में कई बार “गति को तेजी से बदलते समय” या “गति को धीमे से बदलने के लिए” वाक्यांशों का उपयोग बार-बार किया गया है। शेष रूप में यह संकल्पना “गति बदलने की दर” की है। यहाँ पर जो विचार प्रस्तुत किया गया है वह यह है कि किसी वस्तु की गति बदलने के लिए जितने बल की आवश्यकता होती है वह गति में होने वाले परिवर्तन की दर पर निर्भर करता है। गति में परिवर्तन की दर को जितना अधिक करना होता है उतने ही अधिक बल की आवश्यकता होती है।

5 (घ). उक्त वक्तव्यों को संक्षेप में इस तरह कह सकते हैं—“किसी वस्तु की गति बदलने के लिए जितने बल की आवश्यकता होती है, वह वस्तु की संहति (द्रव्यमान) और गति में परिवर्तन की दर पर निर्भर करता है”

उप-संकल्पना (क), (ख) और (ग) से हमने जो कुछ सीखा है यह वक्तव्य वास्तव में उसे दोहराने के समान ही है। वस्तु की गति बदलने पर बल का जो प्रभाव पड़ता है यह मूलभूत नियम उसी के संबंध में है। इस नियम को न्यूटन ने पहले-पहल स्पष्ट शब्दों में व्यक्त किया था। आमतौर पर इसे “न्यूटन के गति का दूसरा नियम” कहते हैं। इसे और अधिक स्पष्ट करने के लिए यहाँ कुछ प्रयोग दिए जा रहे हैं।

चर्चा	न्यूटन के गति के दूसरे नियम का क्या तात्पर्य है ?
ब्लैक बोर्ड पर दूसरा गति-नियम लिखें। इस संबंध में नियम से संबद्ध पिछली सारी क्रियाएँ बताएँ। हर उदाहरण के बारे में यह स्पष्ट करें कि बल में, द्रव्यमान में, और गति के परिवर्तन की दर में क्या परिवर्तन हुआ है। इन तीनों का परस्पर संबंध स्थापित करने की दृष्टि से उनकी विवेचना करें। यदि विद्यार्थियों ने इस नियम को अच्छी तरह समझा है, तो यह देखें कि वे इसे बिना रटे हुए दोहरा सकते हैं या नहीं।	

विद्यार्थियों से कहिए कि न्यूटन के गति के दूसरे नियम का कोई अपवाद ढूँढ़ कर बताएँ। (वे नहीं बता पाएँगे।)

विद्यार्थियों से पूछें कि 'त्वरण' (गति में परिवर्तन की दर) शब्द का क्या तात्पर्य होता है। उन्हें इस बारे में सहायता कीजिए कि दूसरा गति-नियम बताते समय वे उसमें 'त्वरण' शब्द का उपयोग करें।

## 6. बल और क्रियाएँ युग्मों में होती हैं

इस कक्षा के विद्यार्थी अब अच्छी तरह समझ गए हैं, कि बल कई प्रकार के होते हैं और सामान्यतया उन्हें कई प्रकार से काम में लाया जाता है। वे शारीरिक बल को भी जानते हैं और गुरुत्वाकर्षण के बल को भी। वे जानते हैं कि बल खिंची हुई कमानी द्वारा भी लगाया जाता है और चलती हुई वस्तु द्वारा भी उस समय लगाया जाता है, जब उसे धीमा करने की चेष्टा की जाती है। कई उदाहरणों में उन्होंने देखा होगा कि बल जोड़ों में लगाए जाते हैं। जब वे मेज़ को एक दिशा में धकेलते हैं तो अपने पैरों से वे फर्श को विपरीत दिशा में धकेलते हैं। जब मल्लाह डाँडों पर बल लगाकर नाव को आगे को ले जाता है तो वह पानी को भी थोड़ा पीछे को हटाता है।

उपरोक्त उदाहरणों से इस बात का प्रमाण मिलता है कि बल और क्रियाएँ युग्मों में होती हैं। बहुत-से उदाहरणों में दूसरे बल या क्रिया का दीखना कठिन होता है। परंतु यह दूसरे बल व क्रिया हर समय विद्यमान होते हैं। आगे जो उप-संकल्पनाएँ दी गई हैं, और उनमें जो प्रयोग सम्मिलित हैं, उन्हें उसी सामान्य क्रम में दिया गया है जिस तरह पिछली दो

मुख्य संकल्पनाओं में। अर्थात् विद्यार्थियों को निजी अनुभवों से इस बात के प्रमाण दिए गए हैं। फिर विद्यार्थियों की सहायता की गई है। जिससे इन प्रमाणों का उपयोग करके वे मुख्य संकल्पना में निहित सिद्धान्त का विकास कर सकें।

6 (क). जब कभी एक दिशा में बल लगाया जाता है तो विपरीत दिशा में भी उतना ही बल लगता है

बच्चों ने ऐसे बहुत-से प्रत्यक्ष अनुभव प्राप्त किए होंगे जहाँ बल युग्मों में लगते हैं। रस्सीकशी में वे रस्से को खींचते हैं और रस्सा उन्हें खींचता है। जब वे सीढ़ियों पर चढ़ते हैं तो वे अपने को ऊपर की तरफ धकेलते हैं, परंतु साथ ही अपने पैरों से वे सीढ़ियों को नीचे की ओर भी धकेलते हैं। यहाँ आवश्यकता इसी बात की है कि सहज ढंग से होने वाली इन बातों पर अधिक ध्यान दिया जाए। इन समान स्थितियों का अध्ययन करने में और उनके सार द्वारा ठोस वैज्ञानिक सिद्धांतों तक पहुँचने में विद्यार्थियों को सहायता की आवश्यकता होती है। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग दिए गए हैं, जिनसे विद्यार्थियों को इसे समझने में सहायता मिलेगी।

**प्रदर्शन**

**क्या ऊपर कूदते समय नीचे की ओर बल लगता है ?**

एक नंगे पैर विद्यार्थी को एक दूसरे विद्यार्थी के हाथों पर खड़ा करें। निस्संदेह दूसरा विद्यार्थी पहले विद्यार्थी के भार का अनुभव करेगा। अब हथेली पर खड़े हुए विद्यार्थी को लगभग सीधे ऊपर की ओर कूदने को कहें, जैसा कि चित्र 4-79 में दिखाया गया है। परंतु कूदने के बाद उसे नीचे फर्श पर पैरों के बल आना चाहिए। जब एक लड़का कूदता है तो क्या दूसरा लड़का अपने हाथों पर अतिरिक्त बल अनुभव करता है? क्या कूदनेवाले विद्यार्थी के लिए यह संभव है कि अपने भार के अतिरिक्त नीचे की ओर अन्य कोई बल लगाए बिना वह ऊपर की ओर कूदे? क्या यह उदाहरण युग्मों में बल लगाने का है? क्या युग्म के ये दो बल विपरीत दिशा में होते हैं?



चित्र 4-79

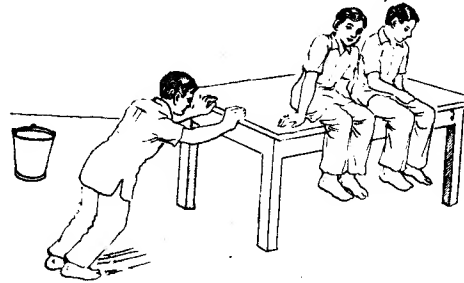
कूदने वाले लड़के के पैर उसे ऊपर की ओर उछालते हैं। लेकिन वे उसे दूसरे लड़के के हाथों पर नीचे की ओर भी धकेलते हैं।

**अन्वेषण**

**क्या कोई विपरीत बल लगाए बिना भी बल लगा सकता है ?**

**आवश्यक सामग्री**  
भारी मेज, कीचड़, पानी या तेल

एक नंगे पैर विद्यार्थी को फर्श पर पड़ी एक भारी मेज धकेलने को कहें। जिस स्थान पर विद्यार्थी खड़ा हो उस जगह को पानी या कीचड़ या तेल से फिसलना बना दें। क्या अब वह विद्यार्थी भारी मेज को धकेल सकेगा? फिसलन के कारण वह पीछे की दिशा में अधिक बल नहीं लगा सकेगा। और चूँकि बल युग्मों में लगते हैं, वह मेज को गति दे सकने के लिए आगे की ओर भी अधिक बल नहीं लगा सकेगा। देखिए चित्र 4-80।



चित्र 4-80

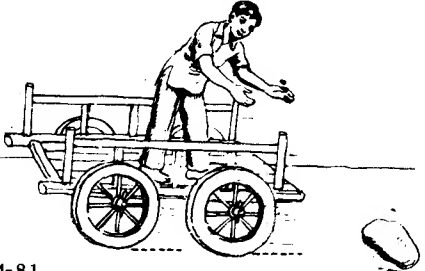
यह लड़का मेज को धकेलने में असमर्थ है। फर्श पर की फिसलन उसे अपने पैरों से पीछे की ओर बल लगाने से रोकती है।

एक किसान रस्सी से अपने गधे को खींचता है। गधा चलने को अनिच्छुक है, इसलिए रस्सी को विपरीत दिशा में खींचता है। विद्यार्थियों से चर्चा करें कि इस उदाहरण से कैसे पता चलता है कि बल युग्मों में लगते हैं।

- 6 (ख). जब बल ऐसी दो वस्तुओं को अलग करता है जिनके लिए गति की स्वतंत्रता हो तो दोनों वस्तुएँ गतिशील हो जाती हैं।

पिछली उप-संकल्पना में यह दिखाया गया था कि बल किस तरह युग्मों में लगते हैं जो समान परंतु विपरीत दिशा में लगते हैं। यदि कोई बल दो वस्तुओं को अलग करता है और दोनों वस्तुओं के लिए गति की स्वतंत्रता हो तो वह बल हर-वस्तु को गतिशील कर देगा। इस स्थिति को देखने के बहुत-से अवसर विद्यार्थियों को मिलते हैं। संभव है किसी

भारी पत्थर को आगे की ओर धकेलते समय उन्होंने पीछे की ओर अर्थात् उल्टी गति का अनुभव किया हो। शायद उन्होंने सैनिकों या शिकारियों के मुँह से सुना हो कि आगे को गोली छोड़ते समय बंदूक से किस तरह पीछे की ओर 'भटका' लगता है। ऐसी स्थितियों का सावधानीपूर्वक अध्ययन करने के लिए और उनका व्यापकीकरण करके उनसे ठोस वैज्ञानिक सिद्धांत तक पहुँचने में विद्यार्थियों को सहायता की आवश्यकता होती है। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग दिए गए हैं, जिनसे विद्यार्थियों को इसे समझने में सहायता मिलेगी।

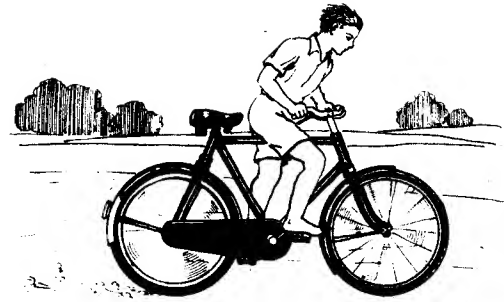
अन्वेषण	क्या फेंकने की क्रिया से विपरीत क्रिया पैदा होती है ?	आवश्यक सामग्री चार पहिएवाली गाड़ी, भारी पत्थर
<p>किसी विद्यार्थी को चार पहिएवाली ऐसी छोटी-सी गाड़ी में खड़ा करें जो बहुत आसानी से गतिशील हो सकती हो। अब उसे भारी पत्थर फेंकने को कहें जैसा कि चित्र 4-81 में दिखाया गया है। क्या लड़का और गाड़ी विपरीत दिशाओं में गति करते हैं? यदि लड़का स्वयं ही गाड़ी में से बाहर कूद पड़े, तो और भी अधिक जोरदार प्रभाव दिखाई देता है और तब गाड़ी निश्चित रूप से विपरीत दिशा में गतिशील हो जाती है।</p>	 <p>चित्र 4-81 जो बल पत्थर को दाईं ओर धकेलता है, उसके साथ एक विपरीत बल भी होता है जो लड़के तथा गाड़ी को बाईं ओर धकेलता है।</p>	

अन्वेषण	क्या साइकिल विपरीत क्रिया पैदा करती है ?	आवश्यक सामग्री साइकिल
<p>किसी हट्टे-कट्टे विद्यार्थी से कहें कि वह अपनी साइकिल इतनी तेजी से चलाए कि पिछला पहिया फिसलने लगे। बजरी वाली सड़क पर साइकिल चलवाएँ। सावधानीपूर्वक ध्यान दें कि जब पहिया</p>	<p>फिसलता है तो क्या होता है। क्या पिछले पहिए के नीचे आने वाले बजरी के दाने चित्र 4-82 की तरह पीछे की ओर उड़ने लगते हैं? क्या यह इस बात का उदाहरण है कि साइकिल के आगे जाने की</p>	

क्रिया सड़क पर (बजरी के दानों में) विपरीत दिशा में प्रतिक्रिया पैदा करती है ?

चित्र 4-82

जैसे साइकिल आगे चलती है पिछला पहिया सड़क पर पीछे की ओर धकेलता है



दो विद्यार्थियों को आधा मीटर की दूरी पर आमने-सामने खड़ा करें और उन्हें जोर से एक दूसरे के हाथों को धकेलने के लिए कहें। क्या इसके परिणामस्वरूप परस्पर विरोधी क्रियाएँ होती हैं ?

#### अच्छी तरह समझने के लिए

इस तथ्य से कि बल युग्मों में लगते हैं [उप-संकल्पना 6 (क)], यह परिणाम निकलता है कि गति भी युग्मों में होती है, जैसा कि पीछे दिए गए प्रयोगों से पता चलता है। फिर भी सामान्यतया ऐसे बहुत-से उदाहरण दीख पड़ते हैं, जिनमें केवल एक गति होती दिखती है। सड़क पर चलती हुई मोटर सड़क को पीछे की ओर धकेलती नहीं दिखती, उत्तर की ओर उड़ता हुआ पक्षी वायुमंडल को दक्षिण की ओर धकेलता नहीं जान पड़ता। यह कहना ठीक नहीं है कि इन क्रियाओं के युग्म नहीं हैं क्योंकि ऐसा सिर्फ इसलिए होता है कि जिन वस्तुओं पर बल लगाया जाता है, वे इतनी बड़ी होती हैं कि उनमें गति नहीं दिखाई देती। क्रिया “युग्मों में होती है” का सिद्धांत ठीक है चाहे वह पदार्थ स्थानीय वायुमंडल हो, समूची सड़क हो या पृथ्वी हो जिस पर बल लगाया गया है। जब रेल का इंजन पटरी पर बल लगाता है गाड़ी आगे बढ़ती है। वास्तव में पटरी भी पीछे की ओर गति करती है, परंतु उस गति की मात्रा इतनी कम होती है कि अत्यधिक सुग्राही उपकरणों से भी नहीं दीख पड़ती।

इसलिए युग्मों में बल के लगने का विचार और युग्मों में क्रियाओं के होने का विचार परस्पर एक-दूसरे से बहुत निकट-रूप से संबंधित होते हैं। कभी-कभी इन्हें “क्रिया” और “प्रतिक्रिया” भी कहा जाता है। (अगली उप-संकल्पना भी देखें)।

6 (ग) उपरोक्त कथनों को इस तरह भी प्रस्तुत किया जा सकता है “हर क्रिया के लिए एक समान और विपरीत प्रतिक्रिया होती है”

इस वक्तव्य को उप-संकल्पना (क) और (ख) से पहले ही समझाया जा चुका है। बलों और गतियों का यह एक मूलभूत नियम है। इस नियम को भी न्यूटन ने पहले-पहल स्पष्ट शब्दों में बताया था। इसे सामान्यतया न्यूटन के ‘गति का तीसरा नियम’ या ‘क्रिया और प्रतिक्रिया का नियम’ कहा जाता है।

जो प्रयोग पहले किए जा चुके हैं उनसे इस नियम के आधारभूत सिद्धांत स्पष्ट हो चुके हैं। ब्लैक बोर्ड पर नीचे लिखे ढंग से काम कर के इस मूलभूत नियम के सिद्धांतों को बच्चों के मन में बिठाएँ :—

चर्चा	तीसरे गति-नियम का क्या तात्पर्य है ?
<p>ब्लैक बोर्ड पर तीसरा गति-नियम लिखें और इसके सिद्धांतों से संबंधित पिछले प्रयोग दोहराएँ। यदि आप द्रव्यमान और चाल के लिए कुछ संख्याएँ नियत करके सरल अंकगणित का उपयोग करें तो आप विद्यार्थियों को और अधिक अच्छी तरह समझा सकते हैं। उदाहरण के लिए, जब बंदूक से गोली दागी जाती है तब गोली (जिसमें बहुत कम द्रव्यमान होता है) बहुत तेजी से</p>	<p>जाती है। परंतु बंदूक और निशाना लगानेवाले, दोनों का सम्मिलित द्रव्यमान बहुत अधिक होता है, इसलिए उन में बहुत कम गति होती है। गोली पर भी वही बल लगता है जो बंदूक और शिकारी पर लगता है। इनकी गति में भिन्न-भिन्न परिवर्तन होता है पर दूसरे गति-नियम का उदाहरण है।</p>

गेद फेंकना या पैदल दौड़ना जैसी सामान्य क्रियाओं में होने वाली क्रिया और प्रतिक्रिया को पहचानने में विद्यार्थियों की सहायता करें।

विद्यार्थियों को बताएँ कि जेट-यान और रॉकेट भी अपनी क्रिया और प्रतिक्रिया के सिद्धांत के अनुसार ही गति पकड़ते हैं। जेट या रॉकेट की मोटर बड़ी तेज चाल से भारी मात्रा में पीछे की ओर गैसों को फेंकती है। इसकी प्रतिक्रियास्वरूप जेट-यान या रॉकेट से लगा इंजन विरोधी दिशा में बढ़ता है।

वैज्ञानिकों की कार्यविधि	आइज़क न्यूटन विश्व के महान वैज्ञानिकों में से एक था।
<p>पिछली तीन मुख्य संकल्पनाओं में जिन तीन गति-नियमों की चर्चा की गई है, उन्हें 'न्यूटन के गति के नियम' कहा जाता है। इनका यह नाम सर आइज़क न्यूटन के नाम पर पड़ा है, जिसने इन्हें पहले-पहल वर्तमान स्पष्ट रूप में बताया था। यद्यपि उसने अपने से पहले के वैज्ञानिकों के काम का सहारा लिया था परंतु इन तीन अत्यंत मूलभूत नियमों से उसी का नाम जुड़ा हुआ है। ये नियम वस्तुओं की गतियों और इन गतियों के पीछे लगने वाले बलों के बारे में बताते हैं। न्यूटन ने ही पहले-पहल सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण के नियम का सही रूप में वर्णन किया था (इसी कक्षा की इसी इकाई की उप-संकल्पना 3 (ग) देखिए)। सार्वत्रिक</p>	<p>गुरुत्वाकर्षण का नियम गति के नियमों में से नहीं है। आइज़क न्यूटन एक अपेक्षाकृत गरीब परिवार में इंग्लैंड में सन् 1642 में पैदा हुआ था। उसका पालन-पोषण उसके दादा-दादी ने किया था और उसे अपनी किशोरावस्था का कुछ समय अकेले बिताना पड़ा। वह कोई बहुत स्वस्थ लड़का नहीं था और कुछ-कुछ संकोचशील भी था। हो सकता है कि इन परिस्थितियों ने उसे एकांत-प्रिय और अपने में मग्न रहनेवाला बना दिया हो, जिसके कारण उसे अपनी उम्र के अन्य लड़कों की अपेक्षा सोचने का अधिक अवसर मिला हो।</p> <p>माध्यमिक स्कूल में और कैम्ब्रिज विश्वविद्यालय</p>

में विद्यार्थी की दशा में आइज़क ने बड़ी मेहनत की। ग्रेजुएट होने के बाद अधिक आगे पढ़ने के लिए वह वापस विश्वविद्यालय में आना चाहता था। परंतु वह समय था सन् 1665 का जब इंग्लैंड और यूरोप में 'काला प्लेग' फैलना शुरू हुआ था। यह महामारी दूर-दूर तक फैल गई थी और इसने बहुत-से लोगों की जान ली थी। विश्वविद्यालय बंद हो गए थे। इसलिए न्यूटन को एक बार फिर अपने बचपन के स्थान को लौट जाना पड़ा और वहाँ उसे सोचने का समय फिर मिला। इस अवधि में न्यूटन ने अपने जीवन की सबसे महान् खोजों पर काम प्रारंभ किया। उसने गणित के कुछ नए रूप खोज निकाले। इनमें गणित की शाखा कलन या कैल्कुलस है। उसने प्रकाश के बारे में बहुत सारे प्रयोग किए और रंगों की प्रकृति के बारे में जानकारी प्राप्त की। प्रकाश में खोज करते समय उसने परावर्तन दूरदर्शक के विचार का भी विकास किया। चंद्रमा और उसकी गति के अध्ययन के आधार पर उसने सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण का नियम खोज निकाला। इस सिद्धांत से उसने यह सिद्ध किया कि आकाशीय पिंडों की गतियों की व्याख्या भी उन्हीं बलों और नियमों से की जा सकती है जिनसे धरातल पर होने वाली गतियों का वर्णन किया जाता है। इसलिए इसमें कोई आश्चर्य की बात नहीं कि इसे सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण का नियम कहते हैं।

प्लेग समाप्त होने के बाद उसे गणित पढ़ाने का काम मिला। कई वर्षों तक गणित का यह संकोचशील प्रोफेसर गणित पढ़ा कर, और कभी-कभी भाषण देकर ही संतुष्ट रहा। परंतु अपनी खोजें उसने अपने तक ही सीमित रखीं। वह पहले देख चुका था कि जब कभी उसने किसी नई खोज के बारे में बताया तो उसकी काफ़ी आलोचना हुई। परंतु उसके बुद्धिमान मित्रों ने उसे इस बात के लिए तैयार कर ही लिया कि वह बलों और गतियों, और आकाश में ग्रह-पिंडों के व्यवहार के बारे में अपने विचारों को छपवाए। इस तरह सन् 1686 में सभी कालों की सबसे महत्वपूर्ण पुस्तकों में से एक पुस्तक प्रकाशित हुई जिसका नाम

था "फिलासोफ़िया नैचुरालिस प्रिंसिपिया मैथेमैटिका" पुस्तक की तरह उसका नाम भी लैटिन में है जो इन दिनों यूरोप में विद्वानों की भाषा मानी जाती थी। इस पुस्तक के नाम का शाब्दिक अर्थ है "विज्ञान के गणितीय सिद्धांत"। आजकल आमतौर पर इस किताब को "प्रिंसिपिया" के नाम से जाना जाता है। पुस्तक के अधिकांश भाग में गति के तीन नियमों और सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण के नियम के परिशुद्ध वक्तव्यों और सूत्रों की चर्चा है। ये सिद्धांत पृथ्वी की वस्तुओं पर तो लागू होते ही हैं, परंतु उससे भी अधिक सौर-परिवार की वस्तुओं पर लागू होते हैं। वास्तव में ग्रहों और उपग्रहों और धूमकेतुओं की गतियों, अंतरिक्ष की खोजों और अंतर-ग्रह-गवेषणाओं की कोई ऐसी सामान्य बात नहीं है जो आज से तीन शताब्दी पूर्व के इस महान ग्रंथ में दिए गए सिद्धांतों से समझी न जा सकती हो।

जब न्यूटन 50 वर्ष का था तो वह तंत्रिका भंग का शिकार हो गया और उसके पश्चात् आगे विज्ञान के क्षेत्र में उसने कुछ नहीं किया। परंतु वह पार्लियामेंट का सदस्य और अंग्रेजी टंकसाल का टंकपाल रहा। उसे 'सर' की उपाधि दी गई, और सन् 1903 से अपनी मृत्यु पर्यन्त सन् 1727 तक वह रायल सोसाइटी का अध्यक्ष रहा, जो उन दिनों विश्व की सबसे अधिक सक्रिय और महत्वपूर्ण वैज्ञानिक सभा थी।

शांत स्वभाव का होने के अतिरिक्त न्यूटन बड़ा नम्र व्यक्ति था। वह जानता था कि यदि पिछले वैज्ञानिकों की देन न होती तो उसने जो कुछ खोजें की थी और जो सिद्धांत विकसित किए थे उन्हें वे कभी भी न कर पाता। न्यूटन यह भी समझता था कि विज्ञान तो अज्ञात की गवेषणा करने का एक विशालकाय बौद्धिक महत्वाकांक्षा है। वह जानता था कि अभी सीखने को बहुत कुछ बाकी है। उसने लिखा भी है—“कभी-कभी मुझे लगता है कि मैं समुद्र तट पर घूमनेवाले एक छोटे-से बालक की तरह हूँ जिसके हाथ में यहाँ-वहाँ कुछ चमकीले और चमकदार कंकड़ लग जाते हैं, जब कि अनखोजे सत्य का विशाल महासागर उसके सामने फैला पड़ा है।”

## द्रव्य और सामग्रियाँ—पदार्थ

### पहली कक्षा

#### सामान्य दृष्टि

बच्चों को अपने वातावरण की अनेक वस्तुओं की जानकारी होती है। वे इन वस्तुओं को देखते-सुनते बड़े होते हैं और उनसे उनका व्यक्तिगत लगाव हो जाता है। वे इन वस्तुओं का विभिन्न तरीकों से उपयोग करते हैं, भले ही उसके महत्त्व से भली भाँति परिचित न हों। प्रेक्षण द्वारा वे यह जानते हैं कि ये वस्तुएँ मिश्र-मिश्र सामग्री की बनी होती हैं।

बच्चों को इन सामान्य अनुभवों से जो ज्ञान प्राप्त होता है वह मुख्यवस्थित नहीं होता। इकाई 5 के अंतर्गत कक्षा 1 के स्तर पर तीन मुख्य संकल्पनाओं में बच्चों के इस अनुभव को संगठित करने का प्रयास किया गया है। प्रथम मुख्य संकल्पना का संबंध वातावरण की मिश्र-मिश्र वस्तुओं जैसे पौधे, जानवर और वे चीजें जो न पौधे हैं और न जानवर आदि से

हैं। इस तरह की मिश्र-मिश्र वस्तुओं के बारे में बच्चों को और अधिक जानकारी कराने के लिए दूसरी मुख्य संकल्पना में उनके उपयोगों की चर्चा की गई है। वस्तुओं का निर्माण मिश्र-मिश्र साधनों से प्राप्त विविध पदार्थों द्वारा किया जा सकता है। पदार्थ के स्रोतों का वर्णन इस इकाई की तीसरी मुख्य संकल्पना में किया गया है। इस इकाई में इस कक्षा के बच्चों को कुछ अधिक नई सामग्री पढ़ाने के लिए नहीं दी गई है। उन्हें केवल अपने आस-पास की वस्तुओं का प्रेक्षण करने के लिए उत्साहित किया गया है, और इस प्रकार एकत्र की गई जानकारी को संगठित करने में उनकी सहायता करने का प्रयत्न किया गया है।

#### 1. वातावरण में विभिन्न प्रकार के पदार्थ (वस्तुएँ) हैं

एक बच्चा अपने वातावरण की अनेक वस्तुओं का नाम बता सकता है। जन्म से ही वे वस्तुएँ उसके अनुभव-जगत का अंग बनने लगती हैं। माता-पिता, भाई और बहिन, गुड़िया और खिलौने आदि कुछ ऐसी वस्तुएँ हैं जिन्हें वह बचपन के प्रारंभ से ही जानने लगते हैं। इसके अतिरिक्त एक दूसरे से बहुत मिश्र वस्तुओं में भी इतनी समानता हो सकती है कि उन्हें एक श्रेणी के अंतर्गत रखा जा सकता है। यहाँ यह प्रयास किया गया है कि बच्चे अपने वातावरण की परिचित वस्तुओं

का अध्ययन करने के लिए उत्साहित हों।

##### 1 (क). पौधों की बहुत-सी किस्में हैं

छोटे बच्चे अनेक प्रकार के पौधों से परिचित होते हैं। फिर भी वे पौधों की अवगिनत किस्मों के संबंध में अधिक जागरूक नहीं होते। इकाई 8 में कक्षा 1 के अंतर्गत सुझाए गए प्रयोगों के द्वारा बच्चे इस सुझाव के प्रति अधिक जागरूक बनेंगे। यह विचार समझना आरंभ करने के लिए बच्चे निम्नलिखित प्रयोग करें :



बाहरी प्रेक्षण	पौधे आकार और आकृति में कितने भिन्न होते हैं ?
<p>बच्चों को पर्यटन के लिए किसी बाग अथवा मैदान में ले जाइए। विभिन्न आकार तथा आकृति के पौधों को पहचानने में उनकी सहायता कीजिए। उन्हें उन पौधों का रेखांकन करने के लिए उत्साहित कीजिए, जिनमें उनकी सबसे अधिक रुचि हो।</p>	

<p>बच्चों को विविध पौधों के कुछ चित्र दीजिए। उनसे कहिए कि वे उसी प्रकार के पौधों के चित्रों की कतरनें रजिस्टर के अलग-अलग पृष्ठों पर चिपकाएँ।</p>
--

<p>बच्चों से ऐसे पाँच पौधों के नाम पूछिए जिनकी पत्तियाँ मनुष्यों द्वारा खाई जाती हैं (बंदगोभी, पोदीना, सलाद, पालक, अजवाइन, अम्लान पुष्प आदि)।</p>
---

#### 1 (ख). जानवरों की बहुत-सी किस्में होती हैं

बच्चे अनेक प्रकार के जानवरों से परिचित होते हैं। वे आसानी से बिल्ली, गाय, बैल अथवा भैंस को पहचान सकते हैं। वे यह नहीं बता सकते कि उन्होंने जानवरों को कैसे पहचाना। यह तथ्य कि वे उन्हें पहचान सकते हैं, प्रदर्शित

करता है कि बच्चे यह समझते हैं कि जानवर विभिन्न प्रकार के होते हैं। यह अवबोध इकाई 9 में कक्षा 1 के स्तर पर और अधिक विकसित किया गया है। बच्चों को जानवरों की विभिन्न किस्मों का विचार समझाने के लिए प्रारंभिक रूप से निम्नलिखित काम कराया जा सकता है।

चर्चा	बिल्ली चूहे अथवा कुत्ते से किस प्रकार भिन्न होती है ?
<p>बच्चों को एक बिल्ली दिखाइए। उनसे पूछिए कि वे किस प्रकार पहचानते हैं कि यह बिल्ली है न कि चूहा अथवा कुत्ता। उन्हें यह समझने में मदद कीजिए कि जानवर आकार में भिन्न होते हैं। चूहा बिल्ली से छोटा होता है और कुत्ता साधारणतः बड़ा। उन्हें दूसरी बातों में भिन्नता की चर्चा करने के लिए उत्साहित करे जैसे चूहा चीं-चीं करता है, बिल्ली म्याऊँ-म्याऊँ करती है और कुत्ते भौंकते हैं।</p>	

<p>बच्चों से ऐसे दो जानवरों के नाम पूछिए जो पानी में तैर सकते हैं, दो ऐसे जो हवा में उड़ सकते हैं, दो ऐसे जो साधारणतः घरती पर रहते हैं और दो ऐसे जो ज़मीन के भीतरी भाग में रहते हैं।</p>
--

#### 1 (ग). बहुत-सी ऐसी वस्तुएँ हैं जो न पौधे हैं और न जानवर बच्चे जानते हैं कि उनके चारों ओर कुछ वस्तुएँ ऐसी हैं

जिन्हें न पौधा कहा जा सकता है और न जानवर। कुर्सी, मेज, खिलौने, बर्तन, कोट आदि ऐसी ही वस्तुएँ हैं। ऐसी वस्तुएँ तब तक अपनी जगह से नहीं हटती जब तक कि उन्हें

कोई हटाए न। इस बात में वे अधिकतर जानवरों से भिन्न होती हैं। इसके अतिरिक्त पौधों से वे इस तरह भिन्न हैं कि वे साधारणतः हरी नहीं होतीं। उनका आकार हमेशा एक-सा

रहता है, बढ़ता नहीं। बच्चे निम्नलिखित कामों द्वारा इस तीसरी प्रकार की वस्तुओं को और अच्छी तरह समझ सकते हैं।

चर्चा	किस प्रकार बिल्ली, बिल्ली का खिलौना तथा बिल्ली का चित्र एक-दूसरे से भिन्न है ?
एक खिलौने की बिल्ली लीजिए। पहले इसे बच्चों को मत दिखाइए। उनसे पूछिए कि क्या बिल्ली चल सकती है। अब उन्हें बिल्ली का खिलौना दिखा कर पूछिए कि क्या यह चल सकता है। बिल्ली का खिलौना क्यों नहीं चल सकता ? यह वास्तविक बिल्ली नहीं	है। यह देखने में बिल्ली-जैसा एक खिलौना है। बच्चों को बिल्ली का चित्र दिखाइए। उन्हें बताइए कि यह बिल्ली तथा उसके खिलौने से किस प्रकार भिन्न है।

बच्चों से अपने वातावरण की ऐसी दस वस्तुओं के नाम बताने को कहें जो न पौधे हैं और न जानवर। बच्चों से इन वस्तुओं के उपयोग की चर्चा कीजिए।

## 2. वस्तुएँ मनुष्य के लिए अनेक प्रकार से लाभदायक हैं

यहाँ बच्चों को यह समझने में मदद की जाती है कि चारों तरफ़ के वातावरण की परिचित वस्तुओं का विभिन्न प्रकार से उपयोग किया जाता है। संभव है कि बच्चे पहले से ही इन उपयोगों को जानते हों। इस मुख्य संकल्पना के अंतर्गत यह बात और अच्छी तरह समझने में बच्चों की मदद की जा सकती है।

### 2 (क). पौधे भोजन देते हैं

इस संकल्पना की इकाई 8 में भी कक्षा 1 के स्तर पर विस्तृत रूप से चर्चा की गई है। बच्चे यह बात पहले से ही जानते हैं कि उनके खाने की कुछ चीज़ें पौधों से प्राप्त होती हैं। इस बात को अच्छी तरह समझाने के लिए निम्नलिखित काम करवाए जा सकते हैं :

बाहरी प्रेक्षण	पौधों से कौन-कौन-से खाद्य-पदार्थ प्राप्त होते हैं ?
बच्चों को साग-भाजी के बगीचे में अथवा हरे-भरे खेतों में सैर कराने ले जाइए। बगीचे में उनको भिन्न-भिन्न प्रकार की सब्जियाँ दिखाइए। खेत में उन्हें देखने दीजिए कि पौधों से अनाज तथा दालें मिलती हैं। उन्हें कुछ फलों के नाम बताने को कहिए और कुछ पेड़ों या पौधों को पहचानने में उनकी मदद कीजिए	जिनसे केला, अमरूद आदि फल मिलते हैं। अलग ब्लैक बोर्ड पर पौधों तथा फलों के रेखा चित्र बनाइए जैसा 5-1 चित्र में दिखाया गया है तथा बच्चों से उन्हें पहचानने के लिए कहिए कि कौन-सा फल किस पेड़ का है या बच्चों को पेड़ों और उनके फलों की तस्वीरें दीजिए। अब उन्हें कतरन-रजिस्टर पर फल

और उसके पेड़ की तस्वीर को एक पृष्ठ पर चिपकाने के लिए कहें। इसी तरह दूसरी तस्वीरें चिपकाई जाएँ।



चित्र 5-1 क



चित्र 5-1 ख

चित्र 5-1 क, ख, ग, घ  
पौधे हमें नाना प्रकार के खाद्य प्रदान करते हैं।



चित्र 5-1 ग



चित्र 5-1 घ

कुछ सामान्य खाद्य वस्तुओं को जैसे बिस्कुट, चीनी, पापड़, लड्डू (मिठाई) तैयार करने के बारे में चर्चा कीजिए, जिससे यह स्पष्ट हो जाए कि किस प्रकार पौधों से प्राप्त सामग्री का इन वस्तुओं के निर्माण में उपयोग होता है।

बच्चों से कुछ ऐसी खाद्य सामग्रियों के नाम पूछिए जो पौधों से प्राप्त नहीं होती (दूध, अंडा, मांस)। बच्चों से चर्चा कीजिए कि किस प्रकार इन खाद्य वस्तुओं के गुण और पूर्ति में भी पौधे महत्वपूर्ण सहायता करते हैं। उदाहरणार्थ, दूध और घी के गुण अंशतः उस चारे पर निर्भर करते हैं जो दुधारू पशुओं को दिया जाता है। इसी प्रकार मुर्गी की खाद्य सामग्री से अंडे के गुण निर्धारित होते हैं।

**2 (ख). जानवर अनेक प्रकार से उपयोगी हैं**

बच्चे जानते हैं कि गाय और भैंस जैसे पशु बहुत उपयोगी हैं क्योंकि वे दूध देते हैं। वे कुछ ऐसे पशुओं के नाम भी बता

सकते हैं जिन्हें भार ढोने के काम में प्रयोग किया जाता हो। बच्चों को इस संकल्पना की प्रारंभिक जानकारी देने के लिए निम्नलिखित काम उपयोगी सिद्ध हो सकता है।

चर्चा	जानवर मनुष्य के लिए किस प्रकार उपयोगी हैं ?
बच्चों से ऐसे तीन पशुओं के नाम पूछिए जो मानवीय उपभोग के लिए दूध देते हैं (गाय, भैंस और बकरी)। दूध बच्चों तथा बीमार व्यक्तियों का मुख्य भोजन है, इसकी चर्चा की जा सकती है। इस संदर्भ में दूध से बनने वाले पदार्थों के उपयोग की भी चर्चा हो सकती	है। खाद्य सामग्री के रूप में मछली, मांस तथा मुर्गी की भी यहाँ चर्चा की जा सकती है। चर्चा करें कि कौन-से जानवर बोझा ढोने के काम आते हैं और कौन-से घर की रखवाली करने में।

बच्चों से एक ऐसे जानवर का चित्र खींचने को कहिए जो एक स्थान से दूसरे स्थान तक भार ढोने के काम में लाया जाता है।

**2 (ग). पौधों और जानवरों के अतिरिक्त अन्य वस्तुएँ भी उपयोगी हैं**

बच्चे जानते हैं कि पौधों और जानवरों के अतिरिक्त भी ऐसी अनेक वस्तुएँ हैं जो उनके लिए बहुत उपयोगी हैं। ऐसे बर्तन हैं जिनमें खाना पकाया तथा परोसा जाता है।

कुसियाँ, मेजें और कोट आदि ऐसी अनेक वस्तुएँ हैं। ऐसी वस्तुएँ न तो पौधे हैं और न जानवर; लेकिन फिर भी वे बहुत उपयोगी हैं। इस बात को और समझाने के लिए कुछ सुझाव दिए जा रहे हैं:

चर्चा	हम किस प्रकार उन वस्तुओं का उपयोग करते हैं जो न पौधे हैं और न जानवर ?
बच्चों को अपने वातावरण की दस वस्तुओं के नाम बताने के लिए उत्साहित कीजिए। ये ऐसी होनी चाहिए जो न पौधे हों और न जानवर। इस संबंध में बच्चों को मिट्टी और धातु-निर्मित वस्तुओं के नाम	लेने में मदद की जा सकती है। जैसे पकी हुई मिट्टी के बर्तन, प्याले, ईंट, बाल्टी, गिलास, पत्थर और ओखली आदि। बच्चों से इन वस्तुओं के उपयोग की चर्चा कीजिए।

बच्चों से ऐसी पाँच वस्तुओं के नाम पूछिए जिनमें उनकी रुचि हो। ये चीजें पौधे अथवा जानवर नहीं होने चाहिए। उन्हें यह बताने को उत्साहित कीजिए कि इन वस्तुओं में उनकी रुचि क्यों है।

### 3. वस्तुओं का निर्माण विभिन्न स्रोतों से प्राप्त सामग्री से होता है

वस्तुओं को प्रायः विभिन्न सामग्रियों से बनाया जा सकता है। उदाहरण के लिए एक कुर्सी लोहे अथवा लकड़ी की हो सकती है, एक बर्तन मिट्टी अथवा धातु का हो सकता है। यह ग्रहण करना बच्चों के लिए आसान है कि कोई भी वस्तु अलग-अलग सामग्रियों से बनाई जा सकती है। एक खिलौना लकड़ी का, प्लास्टिक का अथवा धातु का हो सकता है। ये विभिन्न सामग्रियाँ, जिनकी वस्तुएँ बनाई जाती हैं, विचित्र स्रोतों से प्राप्त की जाती हैं। आगे दी गई उप-संकल्पनाओं का उद्देश्य यह दिखाना है कि पौधे, जानवर, पृथ्वी और

समुद्र सामग्री प्राप्त करने के बड़े प्राकृतिक स्रोत हैं।

#### 3 (क). कुछ सामग्रियाँ पौधों से प्राप्त की जाती हैं

बच्चे यह जानते हैं कि अनेक पौधे खाद्य सामग्रियाँ प्रदान करते हैं। वे जानते हैं कि बहुत-सी घरेलू वस्तुएँ लकड़ी से बनाई जाती हैं जो बड़े पौधों (पेड़ों) से प्राप्त होती हैं। इस प्रकार बहुत-सी सामग्री, जिससे वस्तुएँ बनाई जाती हैं—पौधों से प्राप्त होती हैं। बच्चों को यह बात और अच्छी तरह से समझने में निम्न कामों से मदद दी जा सकती है।

चर्चा	चारपाई किससे बनती है ?
बच्चों को एक चारपाई दिखाइए। उन्हें यह खोजने के लिए उत्साहित कीजिए कि कितने प्रकार की सामग्री का इसके बनाने में प्रयोग किया जाता है। इसमें पाएँ हैं, दो बगल की तथा दो सिरे की पट्टियाँ हैं, मोटी और पतली रस्सियों को मिलाकर उसे	बुना गया है। इसी जाल पर विश्राम किया जाता है। यह पता लगाने में उनकी मदद कीजिए कि इन वस्तुओं के बनाने में किस-किस सामग्री का उपयोग किया गया है। ये सब सामग्रियाँ पौधों से प्राप्त की जाती हैं।

इमारती सामान (यथा छप्पर की छत), हाथ के पंखे बनाने का सामान (ताड़ की पत्तियाँ), ईंधन की लकड़ी और लकड़ी का कोयला उपलब्ध करने में पौधे क्या काम करते हैं ?

बच्चों से कुछ ऐसी रंजक सामग्रियों की चर्चा कीजिए जिन्हें पौधों से प्राप्त किया जाता है। होली के समय में पौधों के फूलों से कुछ रंगीन घोल तैयार किए जाते हैं। हल्दी और केसर अन्य रंजक सामग्रियाँ हैं जिन्हें पौधों से प्राप्त किया जाता है। मेहंदी की पत्तियों को भी रंजक सामग्री के रूप में उपयोग किया जाता है।

बच्चों से अपने वातावरण से लकड़ी की बनी दस वस्तुओं के नाम बताने के लिए कहिए।

## 3 (ख). कुछ पदार्थ जानवरों से प्राप्त होते हैं

बच्चे जानते हैं कि पौधों से प्राप्त होने वाली सामग्रियाँ विभिन्न प्रकार की वस्तुओं के निर्माण में प्रयोग की जाती हैं। यह उप-संकल्पना बच्चों को यह जानने में मदद करती है

कि कुछ वस्तुएँ जानवरों से प्राप्त होने वाली सामग्री से बनाई जाती हैं। यह विचार बच्चों को निम्न प्रकार के कामों द्वारा स्पष्ट किया जा सकता है।

चर्चा	कौन-से जानवर हमें ऊन देते हैं ?	आवश्यक सामग्री 'स्वेटर'
<p>कक्षा में एक 'स्वेटर' दिखा कर पूछिए कि यह किस सामग्री का बना है। उन्हें एक भेड़ अथवा उसका चित्र दिखाइए। यह समझने में उनकी मदद कीजिए कि</p>		
<p>भेड़ों से प्राप्त की गई कच्ची ऊन का ऊनी रेशा 'स्वेटर' बनाने में इस्तेमाल हुआ है।</p>		

बच्चों से चर्चा कीजिए कि एक प्रकार का रेशम (प्राकृतिक रेशम) एक जानवर (रेशम के कीड़े) से प्राप्त किया जाता है।

बच्चों को जानवरों की खाल से बने हुए पदार्थों के नाम बताने के लिए उत्साहित कीजिए जैसे जूता, चमड़े की पेटी या मशक।

चर्चा	हमारे लिए जानवर कितने प्रकार से उपयोगी हैं ?
<p>बच्चों को जानवरों से प्राप्त होने वाली सामग्री के संदर्भ में जानवरों के उपयोग की चर्चा इन शीर्षकों के अंतर्गत करने के लिए आमंत्रित करें। (क) जानवरों से प्राप्त होने वाली खाद्य सामग्रियाँ (मांस, मछली, दूध, मक्खन, घी, पनीर, अंडा और शहद)। (ख)</p>	
<p>जानवरों से प्राप्त होने वाले वस्त्र। (ग) जानवरों से मिलने वाली सजावटी तथा दूसरी प्रकार की वस्तुएँ (जैसे सींग से बटन और कंधी आदि और जानवरों की खाल से मिलने वाली चमड़े की वस्तुएँ।)</p>	

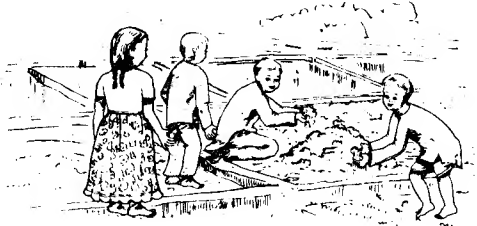
कृषि के लिए जो सामग्रियाँ जानवरों से मिलती हैं उनमें से कुछ के नाम बताने में बच्चों की मदद कीजिए। (खाद बनाने के लिए गोबर, पानी निकालने के लिए चरस तथा उर्वरकों के लिए हड्डियाँ)।

3 (ग). कुछ पदार्थ भूमि अथवा समुद्र से प्राप्त होते हैं दैनिक उपयोग में काम आने वाली ऐसी बहुत-सी सामग्रियाँ हैं जो न तो पौधों से प्राप्त होती हैं और न जानवरों से। सामान्य नमक एक ऐसी ही सामग्री है। इसे या तो जमीन से खोद

कर प्राप्त किया जाता है अथवा समुद्र के पानी के वाष्पीकरण द्वारा। बच्चों को सामग्री के इन महत्वपूर्ण स्रोतों के संबंध में निम्नलिखित कामों से जानकारी दी जा सकती है।

बाहरी प्रेक्षण	मिट्टी के बर्तन बनाने के लिए सामग्री हम कहाँ से प्राप्त करते हैं ?
बच्चों को किसी कुम्हार के घर में उस समय ले जाइए जब वह मिट्टी के बर्तन बना रहा हो। उन्हें यह पता लगाने में मदद कीजिए कि बर्तन बनाने का कच्चा माल क्या है। उन्हें कुम्हार से पूछने दें कि वह	मिट्टी कहाँ से प्राप्त करता है। बच्चों से चर्चा कीजिए कि कभी-कभी बर्तनों का निर्माण पत्थरों से भी होता है। जमीन से हमें मिट्टी तथा पत्थर दोनों ही प्राप्त होते हैं।

बच्चों को एक भट्टे, कोयले की दुकान तथा चक्की दिखाने की व्यवस्था कीजिए। बताइए कि इन सभी सामग्रियों का स्रोत पृथ्वी है।

अन्वेषण	हम समुद्र के पानी से साधारण नमक कैसे प्राप्त करते हैं ?	आवश्यक सामग्री नमक, पानी, बर्तन
नमक का सांद्र घोल तैयार करने के लिए साधारण नमक पर्याप्त मात्रा में पानी में घोलिए। कुछ बच्चों को इसे चखने दें। उन्हें बताइए कि समुद्र के पानी का स्वाद भी ऐसा ही होता है, क्योंकि उसमें साधारण नमक घुला होता है। घोल का कुछ हिस्सा वाष्पीकरण के लिए छिछले बर्तन में रखें—धूप में रखना अच्छा होगा। पानी के भाप बन जाने पर बच्चों को बाकी बचा साधारण नमक दिखाएँ। उन्हें इसे चखाइए। यह समझने में बच्चों की सहायता करें कि लगभग इसी विधि से साधारण नमक समुद्र के जल से प्राप्त किया जाता है। अंतर केवल इतना है कि छिछले बर्तन की जगह वाष्पीकरण के लिए जमीन में बड़ी-	 <p>चित्र 5-2 साधारण नमक समुद्र के पानी को भाप बना कर उड़ाने के बाद प्राप्त किया जाता है।</p> <p>बड़ी क्यारियाँ बनाई जाती हैं। ब्लैक बोर्ड पर चित्र 5-2 का रेखण करें और बच्चों से चर्चा करें।</p>	

मानव-जीवन के लिए पानी अनिवार्य है। बच्चों से पानी के स्रोतों की चर्चा करें (पानी पृथ्वी के भीतर से, नदियों से और सागर से प्राप्त होता है)।

## वैज्ञानिकों की कार्यविधि

## वैज्ञानिकों द्वारा समुद्र में उपयोगी सामग्रियों की खोज।

आप संभवतः यह विश्वास नहीं करेंगे कि समुद्र नाना प्रकार की सामग्रियों का विशाल भंडार है। आप में से जिन्होंने समुद्र तट देखा है, यह कहेंगे कि समुद्र में केवल कुछ नमक घुला हुआ पानी है। यह विश्वास करना कितना कठिन है कि समुद्र में लगभग प्रत्येक वस्तु थोड़ी बहुत मौजूद है अथवा समुद्र में जो पदार्थ पाए जाते हैं उन सबकी सूची से सैकड़ों पृष्ठ की एक पुस्तक तैयार हो सकती है। वैज्ञानिकों के अनुसार यह बात सही है। आइए हम देखें कि वैज्ञानिक समुद्रों का अध्ययन कैसे करते हैं।

आदिकाल के मनुष्य को भी मालूम था कि समुद्र का पानी नमकीन होता है। संभवतः संयोग से उसने यह भी जान लिया था कि समुद्र के पानी का स्वाद नदी अथवा झरने के पानी से बहुत भिन्न होता है। लेकिन समुद्र के पानी से नमक अलग करने की उसे कभी आवश्यकता महसूस नहीं हुई थी। वह सागर-तट से प्राप्त होने वाले शंखों तथा कौड़ियों का संग्रह कर के ही प्रसन्न था।

जैसे-जैसे समय बीतता गया मनुष्य ने समुद्र से नमक, मोती तथा मछलियाँ प्राप्त करना सीखा। फिर भी लगभग सौ वर्ष पूर्व तक समुद्र से प्राप्त होने वाली दूसरी वस्तुओं की संख्या अधिक नहीं थी।

पिछले सौ वर्षों के दौरान समुद्र के पानी में पाई जाने वाली सामग्री के संबंध में जानकारी किस प्रकार बहुत अधिक बढ़ गई है? इसका कारण विज्ञान के अन्य क्षेत्रों में हुई प्रगति है। उदाहरण के लिए बहुत से आविष्कारों के कारण मनुष्य के लिए समुद्र की उस प्रकार जाँच करना संभव हो गया है, जैसा पहले कभी नहीं था। ऐसे बहुत से आविष्कारों ने जैसे जलीय फेफड़े या श्वसन यंत्र ने, समुद्र में गोता लगाना एक रोचक और साहसिक कार्य बना दिया है। पहले समुद्र में बहुत गहराई तक जाना संभव नहीं था क्योंकि गोताखोर को हवा की आवश्यकता होती थी। जलीय

फेफड़े के और ऐसे ही अन्य आधुनिक आविष्कारों के कारण अब मनुष्य अधिक गहरा गोता लगा सकता है और अधिक देर तक अंदर ठहर सकता है।

सामग्रियों के खजाने के रूप में समुद्र के पानी का वास्तविक महत्व समझने के लिए आइए हम एक ऐसे बड़े घन बक्सा की कल्पना करें जिसका प्रत्येक सिरा एक किलोमीटर का है। कल्पना करें कि आपने इसे समुद्र के पानी से भर दिया है। सादे पानी के अलावा इसमें और क्या सम्मिलित होगा? यदि आप सारा पानी अलग कर सकें तो उसमें कुछ सामग्रियाँ शेष रह जाएँगी। जो कुछ शेष रह गया है उसको रखने के लिए आप को कम-से-कम 200 मीटर ऊँचे, 200 मीटर चौड़े और 200 मीटर लंबे गोदाम की जरूरत होगी। इसमें अधिकांश साधारण नमक होगा। उसमें बहुत-सी दूसरी सामग्री भी होगी, यहाँ तक कि चाँदी और सोना भी! एक घन किलोमीटर पानी हमें 12 मीटरिक टन चाँदी और 6 मीटरिक टन सोना प्रदान कर सकता है। समुद्र के पानी से चाँदी और सोने को अलग करना बहुत महंगा पड़ता है। अतः आजकल ऐसा कोई नहीं करता।

इस प्रकार हम पाते हैं कि समुद्र में उपस्थित पदार्थों में से आजकल कुछ को ही निकाला जा रहा है। इनमें साधारण नमक, ब्रोमीन और मैगनीसियम (विमानों में प्रयोग की जाने वाली एक हल्की धातु) है।

ऐसे पदार्थों के अतिरिक्त भी समुद्र सदैव मछली जैसे जीवों तथा समुद्री घास जैसे पौधों की प्राप्ति का बड़ा स्रोत रहा है। वैज्ञानिक विश्व की खाद्य समस्या हल करने के लिए समुद्री घास के उत्पादन और ह्वेल के पालन-पोषण की संभावनाओं के संबंध में खोज कर रहे हैं। संभवतः समुद्री घास को उर्वरक अथवा मनुष्य और जानवरों के खाद्य पदार्थ के रूप में उपयोग किया जा सके।



ताजे पानी की प्राप्ति के संभावित स्रोत की दृष्टि से भी महासागर बहुत उपयोगी हैं। हमारी पृथ्वी का लगभग तीन-चौथाई भाग महासागरों के रूप में पानी से घिरा हुआ है। जहाजों को जलमार्ग प्रदान करने वाले साधन के रूप में समुद्र का जल आज भी वायु तथा थल परिवहन की अपेक्षा परिवहन का श्रेष्ठतर माध्यम है। किन्तु समुद्र का जल अधिक नमकीन होने के कारण सिंचाई या पीने योग्य नहीं

है। फिर भी संभावना है कि वैज्ञानिक निकट भविष्य में बिजली तैयार करने के बहुत सस्ते साधन खोज लेंगे और तब समुद्र के पानी को पेय जल में परिवर्तित करना व्यावहारिक हो जाएगा, और खेतों की सिंचाई के लिए अथवा शहरों को पीने के लिए पानी दिया जा सकेगा।

समुद्र का जल खाद्य, पेय जल तथा अन्य सामग्रियों के संभाव्य स्रोत के रूप में कितना संपन्न है !

## द्रव्य और सामग्रियाँ—पदार्थ

### दूसरी कक्षा

#### सामान्य दृष्टि

इकाई 5 की कक्षा 1 के स्तर पर बच्चों को विभिन्न प्रकार की वस्तुओं के संबंध में, जिन्हें वे अपने वातावरण में पाते हैं, जिज्ञासा प्रकट करने में मदद दी गई थी। ऐसा करके सामान्य वस्तुओं के संबंध में उनके ज्ञान को संगठित किया गया था। यहाँ कक्षा 2 में बच्चे उन सामग्रियों की विविधता का अन्वेषण करेंगे जिनसे सामान्य वस्तुएँ बनाई जाती हैं।

कोई व्यक्ति एक सामग्री और दूसरी सामग्री में किस प्रकार अंतर करता है? इस इकाई की प्रथम मुख्य संकल्पना में उन कुछ गुण-धर्मों की चर्चा की गई है जो विभिन्न सामग्रियों की भिन्नता के आधार बन सकते हैं। ऐसे कुछ गुण-धर्म हैं—टूटने का गुण, भार और रंग।

दूसरी मुख्य संकल्पना का संबंध सामग्रियों के तीन मोटे वर्गीकरणों में से दो से है, अर्थात् ठोस, द्रव और गैस। द्रव पदार्थों की अपनी कोई आकृति नहीं होती; वे अपने पात्रों की आकृति ग्रहण कर लेते हैं। ठोस पदार्थ कड़े होते हैं। साधारणतः वे अपनी आकृति स्थिर रखते हैं। अतः उनको उड़ेलना नहीं जा सकता। वे पात्र से समूचे या खंडशः बाहर निकल पड़ते हैं।

द्रव पदार्थ कड़े नहीं होते। अतः उनको पात्रों में रखा

जाता है। यह इकाई इस संकल्पना का विकास करती है कि किस प्रकार मानक बर्तनों को द्रव पदार्थों के मापने के लिए काम में लाया जा सकता है। जब द्रव पदार्थ को मानक पात्र में मापा जाता है, तब वस्तुतः इसकी तुलना उस मात्रा से की जाती है जितनी कि उस पात्र में समा सकती है। परंतु एक ठोस वस्तु को नहीं “उड़ेलना” जा सकता। अतः एक ठोस वस्तु द्वारा घेरे गए स्थान के मापन के लिए किसी अन्य विधि को अपनाना आवश्यक है। तीसरी मुख्य संकल्पना में उन विधियों की चर्चा की गई है जो ठोस पदार्थों द्वारा घेरे गए स्थान को माप सकते हैं। ये विधियाँ उन विधियों से भिन्न हैं जो भार मापने के काम आती हैं।

कक्षा 1 में प्रतिदिन की दुनिया की वस्तुओं की चर्चा की गई थी। लेकिन यहाँ पर वैज्ञानिकों की सामग्री की दुनिया की चर्चा की गई है। वह वैज्ञानिक, जो ऐसी सामग्रियों से कार्य करता है जिनसे वस्तुएँ बनाई जाती हैं, रसायनज्ञ कहा जाता है। वह वस्तुओं के गुण-धर्मों का अध्ययन इन कामों को ध्यान में रखते हुए करता है जिनमें उनका प्रयोग किया जा सकता है। वह नई आवश्यकताएँ पूरी करने के लिए नवीन गुण-धर्मों वाली नई सामग्री तैयार करता है।

#### 1. पदार्थों में बहुत अधिक विविधता है। उनमें से अनेकों में विभिन्न गुण-धर्म होते हैं

अब बच्चे कम-से-कम कुछ ऐसी सामान्य सामग्रियों से परिचित हो गए हैं जिनसे घरेलू वस्तुएँ बनाई जाती हैं। भिन्न सामग्रियों के गुण-धर्मों के अंतर की ओर भी बच्चों का

ध्यान गया होगा। भिन्न पदार्थों के संबंध में बच्चों के इस सामान्य अनुभव को इन उप-संकल्पनाओं के अंतर्गत व्यवस्थित करने का प्रयास किया गया है।

### 1 (क). कुछ पदार्थ दूसरों की अपेक्षा आसानी से टूट जाते हैं

मिट्टी या काँच के बर्तन प्रायः गिरने पर टूट जाते हैं। यह ऐसा सामान्य अनुभव है जिसके बारे में बच्चों को सिखाने की आवश्यकता नहीं। फिर भी उनका ध्यान इस तथ्य की

तरफ़ खींचा जाना चाहिए कि टूटने का यह गुण-धर्म उस सामग्री का है जिससे बर्तन बनाए गए हैं, न कि स्वयं बर्तनों का। बच्चों को यह बात भली प्रकार समझाने के लिए निम्न-लिखित प्रकार के कार्य सहायक हो सकते हैं :

चर्चा	कुछ सामग्रियों की बनी वस्तुएँ गिरने पर टूट जाती हैं।
<p>बच्चों से पूछिए कि अभी तक उन्होंने कौन-सी चीज़ें तोड़ी हैं—गिलास, दर्पण, प्याला अथवा घड़ा। इन वस्तुओं के नाम ब्लैक बोर्ड पर लिख दीजिए। बच्चों से उन सामग्रियों के नाम पूछिए जिनसे ये वस्तुएँ बनाई जाती हैं। इन सामग्रियों के नाम टूटी हुई वस्तुओं के बगल में लिखिए। बच्चों से यह चर्चा</p>	<p>करने के लिए कहें कि किस प्रकार अन्य सामग्री से बनी होने पर ये वस्तुएँ नहीं टूटतीं। यदि गिलास ताँबे या पीतल का बना होता तो नहीं टूटता। बच्चों को यह समझने में मदद दीजिए कि वस्तुएँ तभी टूटती हैं जब वे किसी टूटने वाली सामग्री, जैसे काँच अथवा मिट्टी की बनी हुई हों।</p>

यह कितना अप्रिय है कि घरेलू वस्तुएँ जैसे प्याले अथवा प्लेटें, ज़मीन पर गिरने से प्रायः टूट जाती हैं। बच्चों से यह चर्चा कीजिए कि इतने पर भी इन वस्तुओं को टूट जाने वाली सामग्री से क्यों बनाया जाता है (सस्तापन, सफाई, उठाने-धरने की सुविधा, ज्वलनशील न होना)।

### 1 (ख). पदार्थों के रंग तथा भार में अंतर होता है

कम अथवा अधिक टूट सकने के अलावा सामग्रियों में अन्य कई दृष्टियों से अंतर हो सकता है। उदाहरणार्थ उनके रंग भिन्न हो सकते हैं। कोई सामग्री दूसरों की अपेक्षा भारी

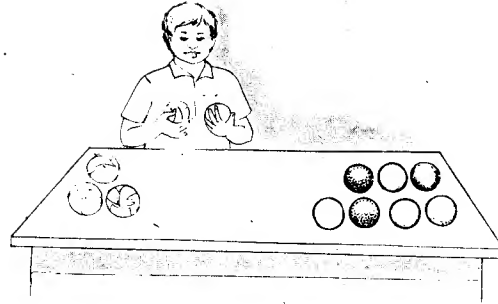
हो सकती है। बच्चों को पदार्थों के गुण-धर्मों में अंतर का प्रेक्षण कराने के लिए निम्नलिखित प्रयोगों द्वारा उत्साहित किया जा सकता है :

अन्वेषण	भार की तुलना से सामग्रियों की पहचान में किस प्रकार मदद मिलती है ?	आवश्यक सामग्री समान आकार की 12 गेंदे, जैसा नीचे इंगित किया गया है : 3 प्लास्टिक की, 3 रबड़ की, 3 लकड़ी की, 3 मिट्टी की
	<p>समान आकार की 12 गेंदे—प्लास्टिक, रबड़, लकड़ी और मिट्टी की बनी 3-3 गेंदे लीजिए। उन्हें 4-4 के तीन समूहों में लगा दीजिए। हर समूह में</p>	<p>हर तरह की एक-एक गेंद हो। एक समूह की चारों गेंदों को अलग-अलग एक कागज़ में लपेटिए ताकि बच्चे उन गेंदों की सामग्री न देख सकें। कक्षा में 8</p>

खुली हुई और 4 लिपटी हुई गेंदें दिखाइए। एक बच्चे को बुला कर उससे बिना लिपटी 8 गेंदों के समान वजन के समूहों में लगाने को कहिए। अब बच्चे से बिना कागज़ खोले, लपेटी हुई गेंदों की सामग्री पहचानने के लिए कहिए। इस कार्य को करने में वजन की तुलना करा के उसकी मदद कीजिए जैसा कि चित्र 5-3 में दिखाया गया है।

चित्र 5-3

भार की तुलना सामग्रियों की पहचान में सहायक होती है।



कभी-कभी किसी वस्तु को पहचानने के लिए उठाना आवश्यक नहीं होता। कोई व्यक्ति उसको केवल छूकर ही पहचान सकता है। बच्चों से ऐसी पाँच वस्तुओं के नाम बताने के लिए कहिए जिन्हें इस प्रकार पहचाना जा सकता है। उदाहरणार्थ, प्लास्टिक की गुड़िया और कपड़े की गुड़िया में भेद किया जा सकता है और इसी तरह धातु-निर्मित गिलास और काँच के गिलास में भी।

### 1 (ग). जब पदार्थों के गुण-धर्म अलग-अलग हों तब उन्हें भिन्न कहा जाता है

बच्चे पहले एक द्रव को पानी और दूसरे को दूध अथवा तेल कह कर इस संकल्पना का उपयोग करते होते हैं। फिर भी

संभव है कि वे इस तथ्य से परिचित न हों कि इस भिन्नता के आधार उनके गुण-धर्म हैं। इस दिशा में बच्चों की इन प्रयोगों से मदद की जा सकती है।

अन्वेषण	सामग्रियों के गुण-धर्म वस्तुओं के पहचानने में हमारी मदद कैसे करते हैं ?	आवश्यक सामग्री कागज़, गत्ता, कपड़ा
एक बालिका के चित्र का रेखांकन कागज़, गत्ता तथा कपड़े पर कीजिए। तीनों चित्रों को कैंची से काट लीजिए। विभिन्न सामग्रियों से बने इन चित्रों	को लड़कियों के नाम दीजिए। बच्चों से कहिए कि वे उन चित्रों को उनके नाम से पहचानें। चर्चा कीजिए कि यह पहचान सामग्री के गुण-धर्म पर कैसे आधारित है।	

बच्चों से ऐसी पाँच सामग्रियों के नाम पूछिए जिनका प्रयोग घरेलू चीज़ें बनाने में होता है। इनको अलग करने वाले गुण-धर्मों की चर्चा कीजिए।

## 2. बहुत-से सरल पदार्थ (सामान्य) ठोस अथवा द्रव रूप में होते हैं

बच्चे ठोस और द्रव दोनों ही प्रकार की भोजन सामग्री का नित्य-प्रति उपभोग करते हैं। वे दूध और रोटी जैसी सामग्रियों का उपभोग करते हैं। वे यह जानते हैं कि रोटी को दो भागों में तोड़ा जा सकता है, जब कि दूध जैसे द्रव को उड़ेल कर बाँटा जा सकता है। बच्चों के ऐसे साधारण अनुभवों को यहाँ व्यवस्थित किया गया है, जिससे वे यह समझ लें कि अधिकतर सामान्य सामग्रियाँ ठोस अथवा द्रव होती हैं।

2 (क) द्रवों को एक बर्तन से दूसरे में उड़ेला जा सकता है

इस उप-संकल्पना में बच्चे पानी, दूध और तेल जैसे द्रवों की परीक्षा करेंगे। इसका तात्पर्य यह समझने में उनकी मदद करना है कि पानी तथा तेल जैसी भिन्न सामग्रियों में भी कम-से-कम एक गुण-धर्म समान होता है। वे दोनों ही बहते हैं तथा उन्हें एक बर्तन से दूसरे में उड़ेला जा सकता है। यह अवबोध विकसित करने के लिए बच्चों के लिए ये प्रयोग उपयोगी सिद्ध होंगे :

<p><b>अन्वेषण</b></p>	<p><b>द्रव एक-दूसरे से किस अर्थ में समान है ?</b></p>	<p><b>आवश्यक सामग्री</b> पानी, दूध, तेल, पत्थर, काँच का गिलास</p>
<p>चार पृथक् गिलासों में पानी, दूध, तेल और पत्थर रख कर कक्षा में दिखाइए। बच्चों से इन सामग्रियों को दूसरे गिलासों में डालने के लिए कहिए। उनसे पूछिए कि उन्होंने इन सामग्रियों के स्थानांतरण में क्या अंतर देखा है। उन्हें यह समझने में मदद कीजिए कि पानी, दूध और तेल को बहुत थोड़ा-थोड़ा करके भी स्थानांतरित किया जा सकता है, लेकिन पत्थर को केवल एक इकाई के रूप में ही स्थानांतरित किया जा सकता है, जैसा कि चित्र 5-4 में प्रदर्शित किया गया है। ऐसी सामग्रियाँ जिन्हें एक बर्तन से दूसरे में उड़ेला जा सकता है (या बहुत छोटे-छोटे अंशों में स्थानांतरित किया जा सकता है) द्रव कहलाती हैं।</p> <p>कक्षा में कुछ बालू एक बर्तन से दूसरे बर्तन में स्थानांतरित कीजिए। बच्चों से चर्चा कीजिए कि</p>		<div data-bbox="798 936 1276 1205" data-label="Image"> </div> <p>चित्र 5-4 द्रवों को एक बर्तन से दूसरे में उड़ेला जा सकता है। इस अर्थ में उनके गुण-धर्म समान होते हैं।</p> <p>इसका स्थानांतरण द्रवों के किस प्रकार समान है। यद्यपि बालू द्रव नहीं है, क्योंकि बालू का एक स्वतंत्र कण वास्तव में पत्थर का एक छोटा टुकड़ा है।</p>

बच्चों से पाँच भिन्न द्रवों के नाम पूछिए। चर्चा कीजिए कि क्या इन सामग्रियों को एक जैसी सुगमता से एक बर्तन से दूसरे बर्तन में उड़ेला जा सकता है। पानी की अपेक्षा शहद धीमे बहता है। इसे पानी से अधिक गाढ़ा कहा जाता है।

2 (ख). ठोस पदार्थ कड़े होते हैं। उन्हें उड़ेलना नहीं जा सकता

इस उप-संकल्पना की आंशिक चर्चा 2 (क) में की जा

चुकी है। कुछ और प्रयोग यहाँ सुझाए जा रहे हैं।

अन्वेषण	सभी ठोस किस प्रकार एक समान हैं ?	आवश्यक सामग्री कुछ छोटी ठोस वस्तुएँ
एक मेज पर किताब, पत्थर और जूते जैसी वस्तुएँ रख दीजिए। एक बच्चे से मेज के ऊपर पानी उड़ेलने के लिए कहिए। पानी मेज के निचले सिरे की ओर बहेगा, किन्तु पुस्तक नहीं। बच्चों की यह समझने में मदद कीजिए कि पानी में बह सकने की क्षमता है। अतः उसे एक बर्तन से दूसरे में उड़ेला जा सकता है।	बच्चों से एक हाथ में पानी और दूसरे में पेंसिल अथवा पत्थर लेने के लिए कहिए। उन्हें अपनी हथेलियों को मजबूती से बंद करने की कोशिश करने दीजिए। वे देखेंगे कि ठोस सामग्रियाँ कड़ी हैं और उन्हें बहुत कस कर नहीं दबाया जा सकता। पानी हाथ में से बह जाता है।	

बच्चों से ऐसे पाँच ठोस पदार्थों (सामग्रियों) के नाम पूछिए जिनका घरेलू वस्तुओं के बनाने में प्रयोग किया जाता है। बच्चों से चर्चा कीजिए कि यह ठोस सामग्रियाँ किस प्रकार एक-दूसरे से भिन्न हैं और किस प्रकार एक समान हैं।

### 3. एक पदार्थ द्वारा घेरे गए स्थान (आयतन) की तुलना दूसरे पदार्थ द्वारा घेरे गए स्थान से की जा सकती है

अब बच्चे ठोस तथा द्रव सामग्री में अंतर के योग्य हो गए हैं। वे एक सामग्री से बनी वस्तु तथा दूसरी सामग्री से बनी वैसी ही वस्तु में अंतर कर सकते हैं। यदि वस्तुएँ एक ही आकृति और एक ही सामग्री की भी बनी हुई हैं तो भी वे उनमें अंतर बता सकते हैं, क्योंकि उनमें आकार की भिन्नता हो सकती है। उदाहरणार्थ, बच्चों के जूते छोटे होते हैं और वैसे ही बड़े जूते वयस्कों के लिए होते हैं। जूतों के डिब्बे भी भिन्न आकार के होते हैं। बड़े जूतों के लिए बड़े डिब्बों की जरूरत होती है और छोटे जूतों के लिए छोटे डिब्बों की। वयस्कों के जूतों में अधिक सामग्री (चमड़ा) लगी होती

है। किसी सामग्री की मात्रा की तुलना करने के तरीकों का नीचे दो उप-संकल्पनाओं में वर्णन किया गया है।

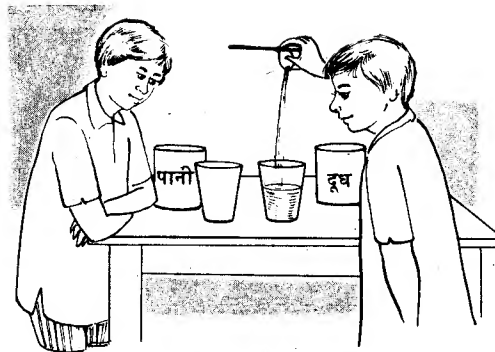
3 (क). किसी द्रव द्वारा घेरे गए स्थान की माप उसे एक बर्तन से दूसरे बर्तन में उड़ेल कर की जा सकती है। बच्चे इस धारणा से परिचित हैं कि सामान्य सामग्री की मात्रा का वर्णन अक्सर उसके भार के रूप में किया जाता है। द्रवों की मात्रा मापने का वे दूसरा तरीका भी जान सकते हैं। वे मानक बर्तनों से दूध का मापना देख चुके हैं। बच्चों में इस विचार का अवबोध इन प्रयोगों से बढ़ाया जा सकता है।

अन्वेषण	दो में से कौन-सा द्रव अधिक स्थान घेरता है ?	आवश्यक सामग्री मापने का छोटा बर्तन, गिलास, दूध, पानी
दो अलग गिलासों में पानी और दूध लीजिए।	बच्चों से यह पता लगाने के लिए कहिए कि इन दो	

द्रवों में से किसने अधिक स्थान घेरा है। इसके लिए उन्हें एक छोटा बर्तन दीजिए। उन्हें पता करने दीजिए कि दूध अथवा पानी से कितनी बार, जैसा चित्र 5-5 में दिखाया गया है, इस बर्तन को भरा जा सकता है।

चित्र 5-5

द्रवों को एक मानक बर्तन से उड़ेल कर मापा जा सकता है।



दूध और तेल को काँच के एक-जैसे गिलासों में रखा गया है। बच्चों से चर्चा कीजिए कि निकट से दोनों द्रवों की परीक्षा करके उनकी मात्रा की तुलना कैसे की जा सकती है।

3 (ख). कोई ठोस पदार्थ जितना स्थान घेरता है, वही उसका आयतन है।

एक द्रव की विभिन्न मात्राओं की तुलना तथा उनका वर्णन मानक बर्तनों का प्रयोग करके किया जा सकता है।

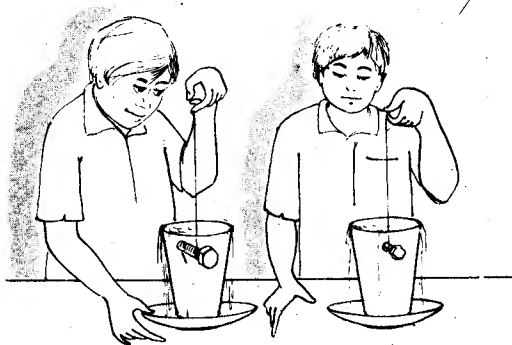
बच्चों की उन विधियों को जानने में रुचि है जिनसे ठोस की विभिन्न मात्राओं अथवा आयतनों की तुलना की जा सकती हो। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग बताए जा रहे हैं जिनसे यह समझने में बच्चों को सहायता मिलेगी।

अन्वेषण

किसी ठोस पदार्थ की विभिन्न मात्राओं की तुलना कैसे हो सकती है ?

आवश्यक सामग्री

2 गिलास, 2 तश्तरी, 2 लोहे के टुकड़े, 1 छोटा बर्तन, घागा



चित्र 5-6

कोई भी वस्तु पानी में डाले जाने पर अपने आयतन के बराबर जल विस्थापित करती है।

दो गिलासों को पानी से ऊपर तक भर कर तश्तरियों पर रखिए। बच्चों से कहिए कि वे डोरे से बाँध कर विभिन्न आकार के लोहे के दो टुकड़ों को गिलासों में डालें। लोहे के टुकड़ों द्वारा हटाए गए पानी की मात्राओं की किसी छोटे बर्तन से माप कीजिए। बच्चों को यह समझने में सहायता दीजिए कि बड़ा टुकड़ा अधिक पानी हटाता है, जैसा चित्र 5-6 में दिखाया गया है। इस समस्त प्रयोग के बीच 'आयतन' शब्द का अक्सर और उचित उपयोग कीजिए।

बच्चों से उन दूसरे साधनों की चर्चा कीजिए जिनसे ठोस सामग्री का आयतन मापा जा सकता है। प्रत्यक्ष प्रेक्षण से भी लगभग सही अनुमान लगाया जा सकता है। दूसरी विधि लंबाई, चौड़ाई और ऊँचाई नापना है।

ठोस और द्रव दोनों का ही आयतन होता है; वे स्थान घेरते हैं। द्रवों का आयतन मानक बर्तनों को भर कर मापा जाता है। ठोस के आयतन (घेरे गए स्थान) को मापने की एक विधि उस द्रव को मापना है जिसे वह हटा सकता है।

### वैज्ञानिकों की कार्यविधि

### वैज्ञानिक नए पदार्थ की खोज करते हैं।

आदिकाल का मानव गुफाओं में रहता था। उसके पास पत्थरों के औज़ार थे। उनकी सहायता से वह जानवरों को मार सकता था और पेड़ों को काट सकता था। पत्थर के औज़ार बहुत कार्यक्षम नहीं थे। वह बहुत-से ऐसे कार्य करने में असमर्थ था, जिनके लिए बहुत परिशुद्धता की आवश्यकता थी।

समय के साथ मनुष्य ने अपने औज़ार बनाने के लिए दूसरी सामग्रियों की खोज कर ली। उसने काँसे और लोहे के उपकरण बनाना सीखा। उसने पाया कि लोहे के औज़ार पत्थर की अपेक्षा अनेक प्रकार से अच्छे हैं। वे अधिक मजबूत थे और उनका कहीं अधिक कार्यों के लिए प्रयोग किया जा सकता था। अच्छे औज़ारों के निर्माण हेतु लोहे की खोज सभ्यता के इतिहास की एक प्रमुख उपलब्धि है।

कुछ नए पदार्थों की खोज तो बिल्कुल संयोगवश ही हुई। काँच की खोज इसका एक उदाहरण है। काँच से मनुष्य इतने लंबे काल से परिचित रहा है कि उसकी खोज के बारे में कोई प्रामाणिक उल्लेख नहीं मिलता। फिर भी दो हजार वर्षों से भी अधिक पहले खोजे गए काँच के संबंध में एक पौराणिक कथा प्रचलित है।

भूमध्यसागर के तट पर बसे प्राचीन नगर टायर से एक जहाज़ रवाना हुआ। रास्ते में तूफान आने से जलयान नष्ट हो गया। उसके मल्लाह तैर कर सफ़ेद नन्हीं बालू के एक सुंदर द्वीप के किनारे पहुँचे। वहाँ

उन्होंने सूखी हुई समुद्री घास और टूटे जहाज़ की लकड़ी से आग जलाई, जिससे वे खाना पका सकें और गरमाहट तथा शुष्कता का प्रबंध कर सकें। परंतु कुछ समय पश्चात् उन्होंने आश्चर्यचकित होकर आग में से एक चमकदार द्रव पदार्थ बहते हुए देखा। द्रव ठंडा होने पर कड़ा हो गया। इसे तोड़ा जा सकता था। इसके आर-पार भी देखा जा सकता था। यह काँच था।

अनेक शताब्दियों से वैज्ञानिक बालू तथा अन्य सामग्रियों से काँच की विभिन्न किस्में तैयार करते रहे हैं।

संभवतः आप सोचते होंगे कि नए पदार्थों की खोज प्राचीन काल की बात है। यह सच नहीं है। आज भी हजारों वैज्ञानिक नई सामग्रियों की खोज में जुटे हुए हैं—ऐसी सामग्रियों की खोज में जो भोजन, पेय, वस्त्र (जैसे नायलॉन और टेरीलीन) अथवा गृह-निर्माण (मिट्टी या बालू के गारे के स्थान पर सीमेंट का गारा) के लिए अपेक्षाकृत अधिक बढ़िया सिद्ध हुई है।

किसी नई सामग्री की खोज की आवश्यकता कैसे उत्पन्न होती है? कभी-कभी पुरानी सामग्री के स्थान पर अधिक अच्छी स्थानापन्न सामग्री की ज़रूरत होती है। उदाहरण के लिए प्राकृतिक रबड़ मुलायम होता है लेकिन वह जल्दी घिस जाता है। वैज्ञानिकों ने रबड़ को कड़ा करने की विधियाँ खोज कर यह समस्या



हल कर ली। कभी-कभी मनुष्यों को ऐसी सामग्रियों की आवश्यकता होती है जो पुरानी सामग्रियों की अपेक्षा सस्ती हों और प्रचुरता से उपलब्ध हों। इसका एक उदाहरण प्लास्टिक है। विभिन्न वस्तुओं को बनाने में सामान्यतः इसका प्रयोग किया जाता है। विज्ञान ने विविध गुण-धर्मों के प्लास्टिक बनाकर हमारी सहायता की है।

कभी-कभी ऐसी नई सामग्री की आवश्यकता होती है जो पहले कभी अस्तित्व में नहीं थी। आपने वैज्ञानिकों

द्वारा चंद्रमा को भेजे जाने वाले राकेटों के संबंध में सुना है। ऐसा काम करने का प्रयास पहले कभी नहीं हुआ। राकेट के कुछ हिस्से बनाने के लिए बिल्कुल नई सामग्रियों की आवश्यकता हुई। वैज्ञानिकों ने इस समस्या को सुलझाने के लिए भी कठोर परिश्रम किया।

नई सामग्रियाँ तैयार करने में वैज्ञानिकों की भूमिका कितनी महत्वपूर्ण है। संभवतः आप में से कुछ बच्चे, जब आज की अपेक्षा बड़े और शिक्षित हो जाएँगे, तो इस तरह के विकास में अपनी भूमिका अदा करेंगे।

## द्रव्य और सामग्रियाँ—पदार्थ

### तीसरी कक्षा

#### सामान्य दृष्टि

जिन पदार्थों से वस्तुएँ बनाई जाती हैं उनकी इस इकाई में कक्षा 2 के स्तर पर चर्चा हो चुकी है। लेकिन यह चर्चा सामग्रियों के गुण-धर्म और सामग्रियों के आयतन तक ही सीमित थी। कक्षा 3 के स्तर पर यह इकाई मुख्य रूप से सामग्रियों के रूप-परिवर्तन के अन्वेषण से संबंधित है। जिस प्रकार तरह-तरह की सामग्रियाँ होती हैं, उसी प्रकार उनमें होने वाले परिवर्तनों के भी अनेक प्रकार हैं।

सामग्री की भौतिक अवस्था—ठोस, द्रव या गैस में परिवर्तन इस प्रकार का एक परिवर्तन है। पहली प्रमुख संकल्पना के अंतर्गत सामग्री की इन तीन भिन्न अवस्थाओं का अन्वेषण किया गया है। यह अन्वेषण दूसरी प्रमुख संकल्पना की, जो सामग्री की तीनों अवस्थाओं के परस्पर-परिवर्तन के विषय में है—भूमिका का काम करता है। पानी बहुत सामान्य सामग्री होने के कारण इस विचार का विकास करने के लिए दृष्टांत के रूप में लिया गया है।

तापन या शीतलन द्वारा सामग्री की भौतिक अवस्था में

परिवर्तन लाया जाता है। इन उपायों से सामग्री में अन्य प्रकार के भी परिवर्तन आ जाते हैं। इन परिवर्तनों के आधार पर हम उन्हें इन दो वर्गों में बाँट सकते हैं: (1) भौतिक परिवर्तन और (2) रासायनिक परिवर्तन। भौतिक परिवर्तन से संबंधित उपरोक्त विचारों पर तीसरी प्रमुख संकल्पना अधीन चर्चा की गई है।

एक सामग्री को यदि दूसरी सामग्रियों के संपर्क में रखा जाए तो भी उसमें कुछ परिवर्तन आ जाते हैं। बहुत-से ठोस और द्रव और कुछ गैसों पानी में घुल जाती हैं। इस इकाई की चौथी प्रमुख संकल्पना घोलों और विलेयता के बारे में अधिक जानकारी कराती है। विलेयता पर तापमान के प्रभाव की भी इस प्रमुख संकल्पना में चर्चा की गई है।

उदाहरण देकर यह भी दिखाया गया है कि किस तरह तुलना के फलस्वरूप वर्गीकरण किया जा सकता है। सामग्रियों में होने वाले विविध परिवर्तनों की जानकारी इस इकाई में दिए गए अन्वेषणों का बड़ा क्षेत्र है।

#### 1. पदार्थ की तीन अवस्थाएँ होती हैं: ठोस, द्रव और गैस


बच्चों ने कक्षा 1 और 2 में पढ़ा है कि सामान्य सामग्री या तो ठोस होती है या द्रव। वे अपने चारों ओर की अनेक द्रव या ठोस सामग्रियों के नाम बता सकते हैं। इस मुख्य संकल्पना में बच्चे पाएँगे कि कुछ सामग्रियाँ न तो ठोस हैं और न द्रव, वे गैस हैं। सामग्रियाँ कुछ विशेष स्थितियों में

ठोस और कुछ दूसरी स्थितियों में द्रव या गैस हो सकती हैं। इसलिए कहा जाता है कि सामग्री की तीन अवस्थाएँ होती हैं—ठोस, द्रव्य और गैस। द्रव्यों (सब प्रकार की सामग्रियों का सामान्य नाम) की तीन अवस्थाएँ हैं जिनकी निम्नलिखित उप-संकल्पनाओं में चर्चा की गई है।

1 (क). द्रव्य उड़ेले जा सकते हैं। वे अपने पात्र की आकृति ग्रहण कर लेते हैं

बच्चे जान चुके हैं कि पानी और तेल जैसे द्रव एक पात्र से दूसरे पात्र में उड़ेले जा सकते हैं। बच्चे देख सकते हैं कि वे

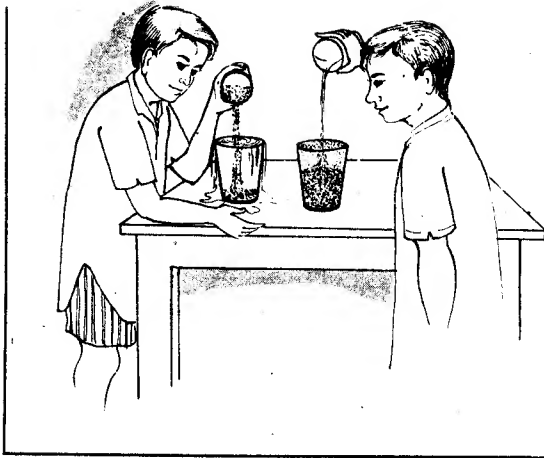
जिस पात्र में उड़ेले जा रहे हैं उसी की आकृति ग्रहण करते जाते हैं। एक द्रव, जैसे कि पानी की अपनी कोई आकृति नहीं होती। यह बात समझने में बच्चों के लिए निम्नलिखित प्रयोग उपयोगी सिद्ध होंगे :

अन्वेषण	पानी किस तरह अपने पात्र की आकृति ग्रहण कर लेता है ?	आवश्यक सामग्री विभिन्न आकृतियों के काँच के पात्र, पोटेशियम परमैंगनेट, पानी
<p>एक गिलास पानी में पोटेशियम परमैंगनेट या स्याही मिला कर रंगीन घोल तैयार करें। इस घोल को विभिन्न आकृतियों के पात्रों में डालें। बच्चों को यह अनुभव करने में मदद कीजिए कि हर बार पानी अपने पात्र की आकृति ग्रहण कर लेता है, जैसा कि चित्र 5-7 में दिखाया गया है।</p> <p>चित्र 5-7 द्रव अपने पात्र की आकृति ग्रहण कर लेता है।</p>		

बच्चों को यह काम बालू की सहायता से करने दीजिए। क्या बालू अपने पात्र की आकृति ग्रहण कर लेता है ? यदि हाँ, तो क्या वह द्रव है ? बच्चों से चर्चा करें कि बालू को द्रव क्यों नहीं माना जाता ? (उसके कण दिखाई पड़ने वाले और ठोस होते हैं।)

यह संकल्पना कि द्रव जिस पात्र में भरा जाता है उसे पूरी तरह भरता है, निम्नलिखित प्रयोग से स्पष्ट हो जाती है :

अन्वेषण	पानी अपने पात्र को पूरी तरह कैसे भर देता है, जबकि बालू नहीं भरता ?	आवश्यक सामग्री 2 गिलास, बालू या पत्थर की बजरी
<p>एक बच्चे से कहें कि वह पानी से भरे काँच के गिलास में कुछ बालू या पत्थर की बजरी डाले। उसे दिखेगा कि जैसा चित्र 5-8 में दिखाया गया है कुछ पानी बाहर बह जाता है। कक्षा से चर्चा करें और बताएँ</p>		<p>कि काँच के गिलास में बालू डालने से पहले ही पानी ने गिलास के भीतर सारी जगह घेर रखी थी। बालू ने पानी को गिलास से बाहर ठेल दिया, क्योंकि पानी में डूबती बालू को अपने लिए जगह की आवश्यकता थी।</p>



अब दूसरे बच्चे को यही काम दूसरी तरह करने के लिए आमंत्रित करें। काँच के गिलास को ऊपर तक बालू से भरवा दीजिए और फिर सावधानीपूर्वक गिलास में पानी डलवाइए। बच्चे देखेंगे कि पानी बालू में नीचे तक चला जाता है। लेकिन बालू गिलास से बाहर नहीं निकलती। ऐसा इसलिए होता है कि बालू के कणों के बीच खाली जगह है।

चित्र 5-8

पानी अपने पात्र को पूरी तरह भर देता है जब कि बालू के कण अपने मध्य कुछ रिक्त स्थान छोड़ते हैं।

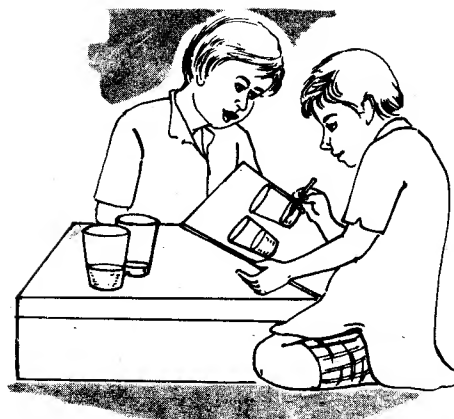
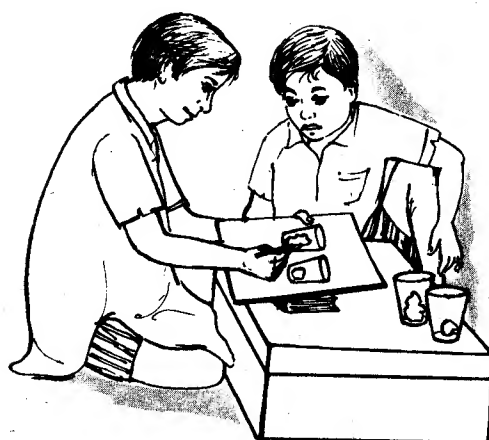
बालू के ढेर को उड़ेलना जा सकता है, जबकि बलुए पत्थर को नहीं उड़ेलना जा सकता। बच्चों से चर्चा करें कि बलुए पत्थर में हरेक कण एक दूसरे से जकड़ा रहता है इसलिए ऐसा संभव नहीं है, परंतु बालू में सभी कण अलग-अलग रहते हैं। मुझाएँ कि इसी कारण से ठोस सामग्री न बहती है और न उड़ेली जा सकती है।

### 1 (ख). ठोस पदार्थों की निश्चित आकृति और निश्चित आयतन होते हैं

बच्चे पानी के द्रव स्वरूप से बहुत परिचित हैं। उनमें से कुछ जानते हैं कि पानी कभी-कभी बर्फ का रूप ग्रहण कर लेता है। पानी जिस पात्र में रहता है, उसी की आकृति अपना

लेता है, लेकिन इसके प्रतिकूल बर्फ की निश्चित आकृति होती है। वास्तव में सभी ठोसों की निश्चित आकृति होती है और उनका आयतन भी निश्चित होता है। निम्नलिखित प्रयोगों से बच्चों को यह बात अच्छी तरह समझाई जा सकती है :

अन्वेषण	निश्चित आकृति के बारे में बर्फ पानी से किस तरह मिला है ?	आवश्यक सामग्री बर्फ के दो टुकड़े, दो गिलास
दो गिलासों में अलग-अलग आकार का बर्फ का एक-एक टुकड़ा रखें जैसा कि चित्र 5-9 में दिखाया गया है। बच्चों से बर्फ के इन टुकड़ों की आकृति का भटपट रेखण करने के लिए कहें। बर्फ गलने तक	प्रतीक्षा करें। बच्चों से चर्चा करें कि बर्फ के दोनों अलग-अलग टुकड़ों से प्राप्त पानी को इच्छानुसार रूप दिया जा सकता है—केवल उसे यथोचित बर्तन में उड़ेलना पड़ेगा।	



चित्र 5-9 क, ख

बर्फ के एक टुकड़े की निश्चित आकृति होती है। किंतु उसके पिघलने पर बनने वाले पानी को पात्र के अनुसार रूप दिया जा सकता है।

बच्चों को यह कल्पना करने के लिए उत्साहित कीजिए कि ठोस सामग्रियों में निश्चित आकृति कायम रखने की क्षमता नहीं रह गई है। ऐसी स्थिति में दैनिक जीवन कैसा हो जाएगा ?

#### अन्वेषण

निश्चित आयतन के बारे में बर्फ और पानी में क्या समता है ?

#### आवश्यक सामग्री

4 काँच के गिलास, बर्फ के टुकड़े,  
4 तश्तरियाँ, मापक सिलिंडर

काँच के दो गिलासों को बर्फ जैसे ठंडे पानी से लबालब ऊपर तक भरें। गिलासों के नीचे बहे हुए पानी को इकट्ठा करने के लिए तश्तरियाँ रखें। बर्फ के दो टुकड़े लें, दूसरा पहले की तुलना में दो-तीन गुना बड़ा हो। इन टुकड़ों को काँच के गिलासों में अलग-अलग डुबोएँ। विस्थापित पानी इकट्ठा करके उसे मापें। गिलास से ठंडा पानी विस्थापित होते ही बर्फ के टुकड़ों को निकाल कर काँच के दो खाली बर्तनों में रख दें। बर्फ पिघलने दें। बर्फ गलने से प्राप्त पानी के आयतन का भी माप करें। बच्चों को इनकी तुलना के लिए आमंत्रित करें: (1) ठंडे विस्थापित



चित्र 5-10 क, ख

बर्फ तथा पानी—दोनों के निश्चित आयतन होते हैं।

जल के आयतनों की तुलना, और (2) पिघलने से प्राप्त पानी के आयतनों की तुलना। वे पाएँगे कि, जैसा चित्र 5-10 में दिखाया गया है, बड़े टुकड़े से प्राप्त पानी दूसरे के मुकाबले दो-तीन गुना बड़ा है। बच्चों से चर्चा करें कि किस तरह ठोस और द्रव का एक अपना निश्चित आयतन होता है।



बिक्री के लिए दूध मानक पात्रों से नापा जाता है जबकि बर्फ का (और दूसरे ठोस पदार्थों का) भार किया जाता है। बच्चों से इसके कारण की चर्चा करें (क्योंकि ठोस वस्तु का आयतन नापना मुश्किल होता है)।

- 1 (ग). गैसों की न कोई निश्चित आकृति होती है और न निश्चित आयतन ही इस संकल्पना का उद्देश्य बच्चों को यह समझाना है कि

गैस की प्रवृत्ति पात्र की समूची जगह में फैलने की होती है। बच्चे इसे समझ जाएँ, इसके लिए निम्नलिखित प्रयोग कराए जाएँ:

अन्वेषण	उपलब्ध जगह में धुआँ क्यों फैल जाता है ?	आवश्यक सामग्री मोमबत्ती, दियासलाई, गिलास
<p>मेज पर एक मोमबत्ती रखें। उसकी लौ बुझाने के लिए उस पर गिलास उलट कर रख दें। बच्चों से गौर करने के लिए कहें कि धुआँ गिलास-भर में फैल जाता है और उसकी आकृति ग्रहण कर लेता है जैसा कि चित्र 5-11 में सुझाया गया है कि मोमबत्ती के बदले धूपबत्ती का या सुलगते हुए मोमी कागज या सुलगती रस्सी का भी इस्तेमाल किया जा सकता है।</p> <p>चित्र 5-11 धुआँ समस्त उपलब्ध स्थान में फैल जाता है।</p>		

कागज पर कोई सुगंधित द्रव फैला दें और तब तक फूँकते रहें जब तक उसकी महक समूचे कमरे में न भर जाए। चर्चा करें कि खुशबू की वाष्प ने कमरे की अधिकतर जगह कैसे घेर ली है।

इस तथ्य के आधार पर गैसों के कुछ उपयोगों की चर्चा करें कि वे अपने पात्र की आकृति ग्रहण कर लेती हैं और उसके भीतर की सभी जगह घेर लेती हैं, जैसा कि विभिन्न आकार के गैस के गुब्बारों में होता है। यदि संभव हो तो भींच या मरोड़ कर जानवरों की शकल में परिवर्तित गुब्बारे बच्चों को दिखाएँ या साइकिल की नली से अंग्रेजी अंक 8 की शकल बना कर दिखाएँ और इस तरह समझाएँ कि गैसों की कोई निश्चित आकृति नहीं होती।

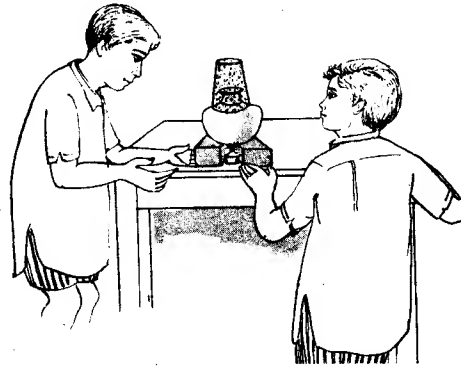
#### अन्वेषण

आकृति और आयतन के मामले में वाष्प पानी से किस प्रकार भिन्न होती है ?

#### आवश्यक सामग्री

धातु का बर्तन, स्पिरिट लैम्प,  
काँच का गिलास

ढक्कन से ढके पात्र में पानी उबालें। बच्चों को यह प्रेक्षण करने दें कि उबलते पानी से उठा बादल, ढक्कन को ऊपर उठा कर बाहर निकल रहा है। घीरे से ढकना हटाएँ और दिखाएँ कि बर्तन से बादल किस तरह ऊपर उठ रहा है। बच्चों से चर्चा करें कि भाप का बादल बर्तन को भीतर सभी जगह घेरे हुए था। इस बर्तन के ऊपर दूसरा बर्तन उलट कर रख दें, जिससे कि कुछ भाप उसमें भी चली जाए। बच्चों को दूसरे बर्तन का भीतर से प्रेक्षण करने के लिए आमंत्रित करें। चर्चा करें कि दूसरे बर्तन के भीतर चित्र 5-12 की तरह लगभग हर जगह, पानी की बूँदें क्यों दिखाई दे रही हैं। (संघनन के पहले भाप समूचे बर्तन में व्याप्त थी)।



चित्र 5-12

वाष्प समस्त उपलब्ध स्थान में फैल जाती है।

जलते हुए कोयले के ऊपर घी की कुछ बूँदें इस तरह टपकाएँ कि लौ न निकले। कोयले के इस टुकड़े को काँच के पात्र से ढक दें। सफेद धुआँ उठ कर बर्तन को भीतर से भर देगा।



1 (घ). वायु द्रव्य है। वह जगह घेरती है और उसमें भार होता है

बच्चे जानते हैं कि ठोस और द्रव सामग्रियाँ जगह घेरती हैं। हवा भी जगह घेरती है और उसमें भार होता है। यह

भी उसी तरह एक द्रव्य है जिस तरह ठोस और द्रव वस्तुएँ द्रव्य होती हैं। निम्नलिखित कुछ प्रयोगों से बच्चों को यह उप-संकल्पना समझने में सहायता मिलेगी।

<b>अन्वेषण</b>	<b>जब गुब्बारे में हवा भरी जाती है तब वह क्यों फूलता है ?</b>	<b>आवश्यक सामग्री</b> गुब्बारा
----------------	---	-----------------------------------

एक गुब्बारा फुलाएँ। बच्चों से चर्चा करें कि गुब्बारा क्यों फूलता है। उसके अंदर भरी गई हवा को स्थान की आवश्यकता होती है। गुब्बारे की दीवारें फैलती हैं; इस तरह अतिरिक्त स्थान मिल जाता है। यदि गुब्बारे पर कोई आकृति बनी है तो बच्चे, जैसा कि चित्र 5-13 में दिखाया गया है, दीवारों का फैलना देख सकते हैं। उन्हें गुब्बारा दबा कर हवा महसूस करने दीजिए। वे पाएँगे कि वायु कमानी की तरह काम करती है। हवा निकालते समय बच्चों को गुब्बारे के मुँह के पास अपनी उँगलियाँ रखने के लिए आमंत्रित करें। वे बाहर निकलती हवा का दबाव अनुभव कर सकते हैं। उन्हें यह महसूस करने में सहायता दीजिए कि इस तरह के दबाव ने ही, जबकि हवा भरी गई थी, गुब्बारे को फुलाया था।


चित्र 5-13 क, ख  
गुब्बारा इस कारण फूलता है कि हवा स्थान घेरती है।

एक खुली बोतल पानी में औंधी रखिए। उसे बाहर निकालिए और बच्चों से चर्चा कीजिए कि वह भीतर से अब भी सूखी क्यों है। औंधी बोतल को पानी में फिर डुबाइए और धीरे-धीरे उसे तिरछा कीजिए। बच्चे पाएँगे कि पानी के बुलबुले बाहर निकल कर पानी को भीतर जाने के लिए रास्ता दे देते हैं।



हवा केवल इस अर्थ में ही दूसरी सामग्री से नहीं मिलती-जुलती कि वह जगह घेरती है, वरन् इस माने में भी उन जैसी होती है कि उसमें भार भी होता है।

निम्नलिखित प्रयोगों द्वारा बच्चों को यह विचार समझने में सहायता मिल सकती है :

अन्वेषण	क्या हवा में भार होता है ?	आवश्यक सामग्री डोरी, गुब्बारे 2, छड़ी
<p>एक छड़ी और डोरी की सहायता से, जैसा कि चित्र 5-14 में दिखाया गया है, एक कामचलाऊ तराजू बनाइए। दो गुब्बारों को लगभग बराबर-बराबर फुलाइए और छड़ी के दोनों सिरों पर डोरी से बाँध दीजिए। गुब्बारों की स्थिति इस तरह रखें कि छड़ी जमीन के समानांतर रहे। यह समझने में बच्चों की सहायता कीजिए कि हवा से भरे गुब्बारों</p> 	<p>का वजन बराबर है। अब एक गुब्बारे की हवा निकाल दीजिए। बच्चे पाएँगे कि यह गुब्बारा पिचक गया है। (क्योंकि हवा बाहर निकल गई है) और वह ऊपर उठ गया है। बच्चों से चर्चा करें कि पिचके गुब्बारे का भार फूले हुए गुब्बारे से कम क्यों है। (चूँकि उसमें हवा नहीं है, इसलिए वह हलका है।)</p>  <p>चित्र 5-14 क, ख फूला हुआ गुब्बारा खाली गुब्बारे से अधिक भारी होता है, इससे ज्ञात होता है कि हवा में भार होता है।</p>	

मनुष्य हवा के समुद्र, वायुमंडल के तल में रहता है। बच्चों से चर्चा कीजिए कि लोग अपने ऊपर की हवा का भार क्यों नहीं महसूस करते। (इसका आंशिक कारण यह है कि हवा का दबाव हर दिशा में पड़ता है और दूसरा कारण यह है कि हम उसके आदी हैं।)

प्रत्येक सामग्री के अलग-अलग नाम हैं। लेकिन ये सभी ठोस, द्रव या गैस होते हुए भी जगह घेरते हैं, और उनमें भार होता है। बच्चों को यह समझने में मदद कीजिए कि सभी तरह की सामग्री का सामान्य नाम द्रव्य है।

## 2. द्रव्य की तीनों अवस्थाएँ परस्पर परिवर्तनीय हैं।

बच्चों को अब मालूम है कि सामग्री की तीन अवस्थाएँ होती हैं—ठोस, द्रव और गैस। वे पानी के बारे में प्रेक्षण कर चुके हैं कि बर्फ (ठोस) को पानी (द्रव) में परिवर्तित किया जा सकता है, और पानी भाप (गैस) में बदला जा सकता है।

इकाई 2 में कक्षा 3 स्तर की कुछ संकल्पनाएँ, अवस्था में परिवर्तन से भी संबंधित हैं। शिक्षक चाह सकते हैं कि बच्चे उन संकल्पनाओं पर पुनः विचार करें। इकाई 5 में इकाई 2 से आगे की बातें बताई गई हैं। अब अवस्था-परिवर्तन में लगने वाली ऊर्जा पर और इन परिवर्तनों के भौतिक (रासायनिक नहीं) परिवर्तन पर जोर दिया गया है। अब

जो उप-संकल्पनाएँ दी जा रही हैं उनका उद्देश्य बच्चों को यह समझाना है कि अवस्था में परिवर्तन क्यों होता है।

2 (क) बर्फ पानी में और पानी भाप में तब बदलता है जब पर्याप्त ऊष्मा-ऊर्जा का प्रयोग किया जाए

अधिकतर बच्चों ने बर्फ को पानी में और पानी को भाप में बदलते देखा है। हो सकता है कि वे यह महसूस न करते हों कि इन अवस्था परिवर्तनों के लिए ऊष्मा-ऊर्जा का योग आवश्यक है। निम्नलिखित प्रयोगों द्वारा बच्चों को यह विचार समझने में मदद मिल सकती है:

अन्वेषण	बर्फ पानी में और फिर भाप में कैसे बदलती है?	आवश्यक सामग्री बर्फ, स्पिरिट लैम्प, 2 पात्र
<p>दो पात्रों में बराबर-बराबर बर्फ रखें। इनमें से एक को स्पिरिट लैम्प की लौ पर गर्म करें। दूसरे पात्र को तुलना के लिए यों ही रखे रहें। बच्चों से चर्चा करें कि, जैसा चित्र 5-15 में दिखाया गया है, गर्म बर्तन में बर्फ पानी में और पानी से भाप में अधिक शीघ्रता से क्यों बदल जाती है? उन्हें यह समझने</p>	<p>में मदद कीजिए कि परिवर्तनों के लिए बर्फ को पानी में और पानी को भाप में बदलने के लिए ऊष्मा की आवश्यकता होती है। लेकिन बर्फ दूसरे पात्र में भी गल जाती है। बच्चों से चर्चा करें कि वातावरण की हवा और दूसरी चीजें पात्र के बर्फ को धीरे-धीरे लगातार ऊष्मा-ऊर्जा पहुँचाती रही हैं।</p>	

चित्र 5-15 क, ख  
गर्म करने पर बर्फ पानी में और पानी से भाप में अधिक शीघ्रतापूर्वक बदल जाती है।

बच्चों से चर्चा करें कि हवा में रखी बर्फ क्यों पिघलती है, जबकि मोम नहीं पिघलता। चर्चा करें कि उबलते पानी के संपर्क में बर्फ और मोम दोनों पिघल जाते हैं। उबलते पानी का ताप मोम के द्रवांक से अधिक होता है लेकिन साधारण हवा का नहीं। ठोस को द्रव में बदलने के लिए पर्याप्त ऊष्मा-ऊर्जा की आवश्यकता होती है।

भिन्न मौसमों में मक्खन, घी और वनस्पति घी के जमने और पिघलने का अनुभव याद कराते हुए भौतिक अवस्था में परिवर्तन की चर्चा करें।

2 (ख). शीतलन से भाप पानी में और पानी बर्फ में बदल जाता है। शीतलन का अर्थ ऊष्मा-ऊर्जा का क्षय होता है।

बच्चे अब अच्छी तरह जानते हैं कि ठोस को द्रव में और द्रव को गैस में बदलने के लिए ऊष्मा की आवश्यकता होती है। इस उप-संकल्पना का उद्देश्य उन्हें यह महसूस कराना है कि

यह प्रक्रिया उलटी भी की जा सकती है। यदि भाप में से ऊष्मा निकाल ली जाए तो वह पानी में बदल जाती है। यदि उसकी ऊष्मा और कम कर दी जाए तो वह बर्फ में परिवर्तित हो जाएगी। यह संकल्पना समझने के लिए निम्नलिखित काम बच्चों की सहायता करेंगे :

चर्चा	दूध की बर्फ कैसे बनती है ?
कुल्फी वाले के यहाँ जाने का कार्यक्रम बनाइए, उस समय जबकि वह कुल्फी बना रहा हो। बच्चों को प्रेक्षण करने दीजिए कि वह धातु के पात्रों में किस तरह द्रव सामग्री (दूध आदि) भरता है और फिर किस तरह गुँधे आटे से ढक्कन चिपकाता है। चर्चा कीजिए कि वह बर्फ के टुकड़ों को अधिक ठंडा बनाने के लिए उनमें नमक या शोरा मिलाता है। चर्चा करें	कि वह मिट्टी के बड़े बर्तन को क्यों हिलाता है (इसलिए कि द्रव पदार्थ दूध का शीतलन अधिक क्षिप्रता से और सफल तरीके से हो)। बच्चों को प्रेक्षण करने दीजिए कि धातु के पात्रों में द्रव पदार्थ ठोस अवस्था में पहुँच गया। चर्चा कीजिए कि मिट्टी के बर्तन में इतना अधिक पानी क्यों है। (दूध की ऊष्मा बर्फ में आ गई)।

बच्चों से चर्चा करें कि पिघला हुआ मोम ऊष्मा से दूर हटते ही इतनी जल्द क्यों जम जाता है, जबकि उन्हीं परिस्थितियों में पानी बर्फ में नहीं परिवर्तित होता। (मोम कमरे के तापमान पर ठोस बन जाता है; पानी अधिक ठंडा होने पर ही ठोस में परिवर्तित होता है।)

### 3. तापन और शीतलन से पदार्थ में महत्वपूर्ण परिवर्तन होते हैं

बच्चे अब समझने लगे हैं कि बर्फ और मोम जैसी ठोस सामग्री को तपाया जाए तो वह द्रव में परिवर्तित हो जाती है। इन द्रवों का शीतलन किया जाए तो वे फिर ठोस का रूप ले लेते हैं। सामग्री का पिघलना या उबलना ऊष्मा के कारण होता है। ये परिवर्तन प्रतिवर्तनीय होते हैं। लेकिन ऊष्मा के कारण उत्पन्न सभी परिवर्तन प्रतिवर्तनीय नहीं होते। उदाहरण के लिए यदि चीनी को तपाया जाए तो वह काली पड़ जाती है। शीतलन से वह अपनी पुरानी अवस्था को नहीं प्राप्त होती। नीचे दी गई उपसंकल्पनाओं में बच्चों को ये विचार समझाने का प्रयत्न किया गया है।

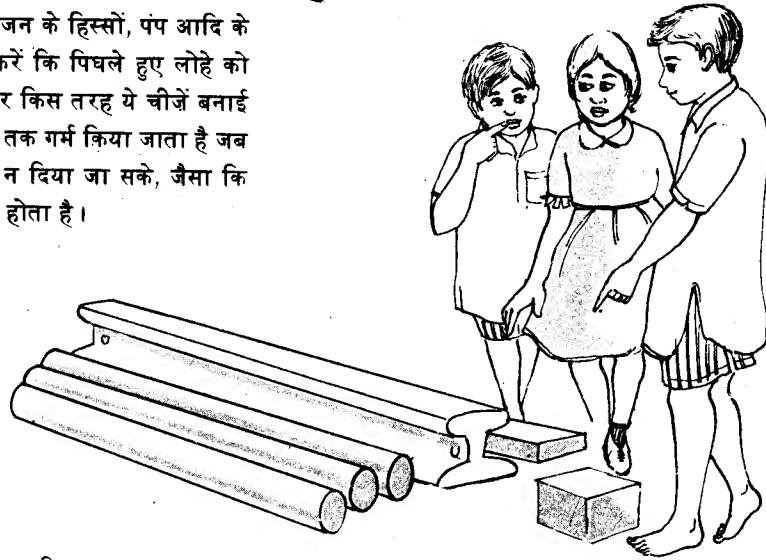
#### 3 (क). पदार्थ की अवस्था में परिवर्तन भौतिक परिवर्तन कहलाता है

अब बच्चों को यह अच्छी तरह मालूम हो गया है कि तापन से ठोस द्रव में और फिर गैस में बदल जाता है। यहाँ उन्हें यह समझाने का प्रयत्न किया गया है कि अधिकतर ठोस सामग्रियों में यह गुण-धर्म सामान्यतः होता है। परिवर्तन का कारण (ऊपर के उदाहरणों में ऊष्मा का योग) दूर कर देने से जो परिवर्तन प्रतिवर्तनीय होते हैं उन्हें भौतिक परिवर्तन कहते हैं। निम्नलिखित कामों और प्रयोगों द्वारा बच्चों में भौतिक परिवर्तन का अवबोध विकसित किया जा सकता है।

#### चर्चा

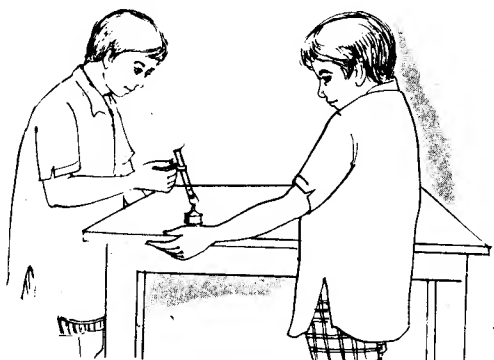
#### लोहे को विभिन्न आकृतियाँ कैसे दी जाती हैं ?

ब्लैक बोर्ड पर, जैसा कि चित्र 5-16 में दिखाया गया है, लोहे के बर्तनों, इंजन के हिस्सों, पंप आदि के रेखाचित्र बनाएँ। चर्चा करें कि पिघले हुए लोहे को विभिन्न शक्तों में ढाल कर किस तरह ये चीजें बनाई गईं। बताएँ कि लोहा तब तक गर्म किया जाता है जब तक कि उसे वांछित रूप न दिया जा सके, जैसा कि छड़ों और रेलों के बारे में होता है।



चित्र 5-16

लोहे को गला कर विभिन्न आकारों में ढाला जाता है अथवा इसे गर्म करके तथा हथौड़ों से पीट कर मनचाहा आकार दिया जा सकता है।

<b>अन्वेषण</b>	<b>गंधक द्रव और वाष्प में कैसे परिवर्तित हो जाता है ?</b>	<b>आवश्यक सामग्री</b> परख नलियाँ
<p>एक परखनली में थोड़ा-सा गंधक रखें। स्पिरिट लैम्प की लौ पर परखनली को तपाएँ। बच्चों को यह प्रेक्षण करने दें कि किस तरह ठोस गंधक पहले द्रव में और फिर वाष्प में बदल जाता है। उन्हें यह भी गौर करने दें कि गंधक का वाष्प परखनली की ऊपरी ठंडी दीवार पर ठोस के रूप में जम जाता है, जैसा कि चित्र 5-17 में दिखाया गया है।</p> <p>चित्र 5-17 गंधक ठोस पदार्थ होता है किंतु फिर भी इसे गर्म करके द्रव और वाष्प में परिवर्तित किया जा सकता है।</p>		

बच्चों से एक तश्तरी पर लकड़ी का बुरादा या चीनी तपाने के लिए कहें। बच्चों को यह समझने में मदद कीजिए कि इनमें जो परिवर्तन होता है, वह भौतिक परिवर्तन से भिन्न है। तापन से काले कार्बन में परिवर्तित सामग्री शीतलन से पुनः बुरादे या चीनी में नहीं बदली जा सकती।

बच्चों से चार ऐसे ठोस पदार्थों के नाम बताने को कहें जो गर्म करने पर पहले द्रव और फिर वाष्प में परिवर्तित हो जाते हैं (बर्फ, पैरेफ़ीन, गंधक, सीसा, पीतल, नैपथालीन)।

### अच्छी तरह समझने के लिए

कुछ ऐसे ठोस हैं, जैसे पैरेफ़ीन मोम, लाख, फास्फोरस (पानी के बाहर न निकालें), नैपथालीन, टॉका, जिन्हें तपाया जाए तो आसानी से द्रव में बदल जाते हैं; और यदि तापन चालू रखा जाए तो गैस में भी परिवर्तित हो जाते हैं। अन्य ठोस भी, यथा धातुएँ इसी तरह परिवर्तित हो जाते हैं, लेकिन उन्हें बहुत ऊँचे तापमान की आवश्यकता होती है। सामान्य स्थितियों में यह संभव नहीं है। फिर भी पीतल की ढलाई के

उदाहरण दिए जा सकते हैं। यदि संभव हो तो ऐसे स्थानों की यात्रा की व्यवस्था की जाए जहाँ यह दिखाया जा सके कि धातु भी गलाई जा सकती है।

### 3 (ख). शीतलन से कभी-कभी पदार्थ के भौतिक परिवर्तन में प्रतिवर्तन हो जाता है

तापन या शीतलन से होने वाले कुछ परिवर्तनों का बच्चे अध्ययन कर चुके हैं। इन सब परिवर्तनों का कोई समान लक्षण खोजने में निम्नलिखित चर्चा द्वारा उनकी सहायता कीजिए :

चर्चा	द्रवण और स्क्वथन में क्या समानता है ?
बच्चों से चर्चा करें कि ऊष्मा का योग करने से या उनका तापमान घटाने से पानी, मोम और गंधक की अवस्था में परिवर्तन होता है। बच्चों को यह समझने में सहायता दीजिए कि इन सब परिवर्तनों में इस अर्थ में समानता है कि वे प्रतिवर्तनीय हैं। ऊष्मा का योग	करने से एक दिशा में परिवर्तन होने लगते हैं : ठोस द्रव में बदल जाता है और द्रव गैस में। शीतलन से (तापमान कम करने से) परिवर्तन क्रम उलट जाता है : गैस से द्रव और द्रव से ठोस।

तापन से सामग्री की भौतिक अवस्था में परिवर्तन हो जाता है। क्या शीतलन से परिवर्तन क्रम उलट जाता है ? तापमान कम कर देने से इस तरह के परिवर्तनों का सिलसिला

उलट जाता है। इस तरह के प्रतिवर्तनीय परिवर्तन को भौतिक परिवर्तन कहते हैं। इस तरह के कामों से बच्चों को यह बात समझाई जा सकती है :

चर्चा	भौतिक परिवर्तन क्या है ?
बच्चों से पूछिए कि जब बर्फ गर्म की जाती है तो क्या होता है। बर्फ पानी में बदल जाती है। उसके बाद पानी वाष्प में बदल जाता है। यदि वाष्प को ठंडा कर दिया जाए तो वह फिर पानी में परिवर्तित हो जाता है। इस तरह बना पानी फिर बर्फ में बदला जा सकता है। इसी तरह बच्चों से पूछा जा सकता है कि क्या उन्हें वह प्रयोग याद है जिसमें परखनली में गंधक गर्म किया गया था। पूछिए कि परखनली में	ऊपर की ओर गंधक क्यों दिखाई दिया था ? शीतलन के कारण गंधक की वाष्प परीक्षण नली के ऊपरी हिस्से में संचनित हो जाती है। यह इसलिए होता है कि परखनली का ऊपरी भाग निचले भाग की तुलना में ठंडा होता है। छात्रों को याद दिलाइए कि उपरोक्त प्रकार के प्रतिवर्तनीय परिवर्तनों को भौतिक परिवर्तन कहा जाता है।

बच्चों से सामग्री में भौतिक परिवर्तन के पाँच उदाहरण बताने के लिए कहें। बच्चों से चीनी को पानी में घोल देने पर होने वाले परिवर्तन की चर्चा करें। यह एक भौतिक परिवर्तन है क्योंकि इस परिवर्तन के होते हुए सामग्री वही की वही बनी रहती है।

अच्छी तरह समझने के लिए

सभी गैसों में भौतिक परिवर्तन हो सकते हैं। बहुत नीचे तापमानों पर ऊँचे दबाव द्वारा गैसों को द्रव में परिवर्तित

किया जा सकता है। दूध, पानी वाले रस, घी और तेलों को कम तापमानों पर सरलता से ठोस में बदला जा सकता है। शीत ऋतु में घी और गरी का तेल आमतौर पर ठोस का रूप ग्रहण कर लेते हैं।

### 3 (ग). बहुत-से सामान्य परिवर्तन रासायनिक परिवर्तन होते हैं

बच्चे अपने घरों में रोज ही देखते हैं कि पकाने से भोजन सामग्री के रंग, महक और स्वाद में परिवर्तन आ जाता है।

निम्नलिखित प्रकार के कामों से यह समझने में बच्चों को सहायता की जा सकती है कि पका कर खाद्य सामग्री में जो परिवर्तन किए जाते हैं वे प्रायः परिवर्तनीय नहीं होते, इसलिए उन्हें रासायनिक परिवर्तन कहा जाता है।

चर्चा	पकाने से भोजन-सामग्री में परिवर्तन कैसे होते हैं ?
बच्चों को आमंत्रित करें और कहें कि उन्होंने भोजन सामग्री पकाते समय जो परिवर्तन होते देखे हैं उनका वर्णन करें। उन्हें बताने दीजिए कि देर तक उबालते रहने से दूध किस तरह मलाई और खोवा में परिवर्तित हो जाता है, और पकाने पर सब्जियाँ और दालें किस तरह बदल जाती हैं। यह समझने में बच्चों	की सहायता कीजिए कि आँच पर पकी हुई भोजन सामग्री में जो परिवर्तन हो चुकते हैं उन्हें शीतलन द्वारा प्रतिवर्तित करना संभव नहीं होता। सामग्री में इस प्रकार का परिवर्तन रासायनिक परिवर्तन कहलाता है।

बच्चों से चर्चा कीजिए कि भोजन की सामग्री क्यों पकाई जाती है (जीवाणुओं से रहित करने के लिए, स्वाद अच्छा करने के लिए और सुपाच्य बनाने के लिए)।

बच्चों से चर्चा कीजिए कि रसोई में कुछ और रासायनिक परिवर्तन होते रहते हैं, लेकिन उनका संबंध भोजन के पकने से नहीं होता, जैसे लकड़ी का जलना, दूध का दही में बदल जाना।

### अच्छी तरह समझने के लिए

तापन से खाने की चीजों में ऐसा परिवर्तन हो जाता है कि वे शीघ्र हज़म हो सकने लायक बन जाती हैं। तापन से जीवाणु भी मर जाते हैं। इसलिए पका हुआ भोजन खाना अधिक स्वास्थ्यकर है। जब ताजे फल खाए जाएँ तो पहले उन्हें अच्छी तरह धो लेना चाहिए।

रासायनिक परिवर्तन से सामग्री ही परिवर्तित हो जाती है। कच्चे अंडे में जो सामग्री होती है वह पकने पर वही नहीं रह जाती। कोयला जल चुकने पर जो कुछ बच रहता है वह लकड़ी से भिन्न सामग्री होती है, हालाँकि वह लकड़ी जलने से ही प्राप्त हुई है।

### 3 (घ). अधिकतर रासायनिक परिवर्तन शीतलन से प्रतिवर्तित नहीं होते हैं

खाने की चीजे एक बार पका ली जाएँ तो उनमें प्रतिवर्तन करके मूल सामग्री पुनः नहीं प्राप्त की जा सकती। तापन से इन चीजों में जो परिवर्तन आ चुके हैं शीतलन से उनका प्रतिवर्तन संभव नहीं है। ऐसा परिवर्तन, जिसके कारण नया द्रव्य रूप ले चुका है, रासायनिक परिवर्तन कहलाता है। खाने की चीजें जब पकाई जाती हैं तब उनमें नए गुण-धर्म आ जाते हैं। रासायनिक दृष्टि से अब वहाँ दूसरी ही सामग्री होती है। यदि पकी हुई चीजों को ठंडा किया जाए तो पकने से पहले की स्थिति में नहीं लौटाई जा सकती। यह विचार बच्चे समझ सकें, इसके लिए इस तरह के काम उपयोगी रहेंगे :

चर्चा	जब पकी भोजन-सामग्री का शीतलन किया जाए तो क्या होता है ?
<p>बच्चों से चर्चा करें कि जब पके हुए चावलों, आलुओं और दालों को ठंडा किया जाए तो क्या होता है। क्या वे अपनी मूल अवस्था में, जैसी कि पकने के पहले थीं, लौट आती हैं ? उन्हें यह समझने में मदद कीजिए कि पकाने से सामग्री में अप्रतिवर्तनीय परिवर्तन आ जाते हैं।</p>	

<p>बच्चों से खाने की ऐसी चीजों के नाम पूछिए जो सेंकी, उबाली या पकाई जाती हैं। बच्चों को यह वर्णित करने के लिए उत्साहित कीजिए कि खाने की इन चीजों में सेंकने, उबालने या पकाने से क्या-क्या परिवर्तन आ जाते हैं। चर्चा कीजिए कि इनमें से कौन-से परिवर्तन रासायनिक हैं।</p>
--

#### अच्छी तरह समझने के लिए

भौतिक परिवर्तन में सामग्री नहीं बदलती केवल सामग्री की भौतिक अवस्था बदलती है अथवा रंग में परिवर्तन हो जाता है। उदाहरण के लिए बिजली के बल्ब के तंतु की

चमक और रंग के परिवर्तन। ये परिवर्तन प्रतिवर्तनीय हैं और भौतिक परिवर्तन कहलाते हैं। रासायनिक परिवर्तन में बिलकुल ही अलग गुण-धर्म और भिन्न रासायनिक संरचना वाली पूर्णतः नई सामग्री की सृष्टि हो जाती है।

#### 4. पानी में बहुत-सी चीजें विलीन होती हैं

पृथ्वी पर पानी ही सबसे अधिक बहुतायत से उपलब्ध द्रव है। इसलिए इसे द्रवों की विलीन कर लेने की लाक्षणिकता के अध्ययन के लिए चुना गया है। आगे जो उपसंकल्पनाएँ दी गई हैं उनका उद्देश्य छात्रों को पानी के घोलों से परिचित कराना है।

4 (क). पानी अपने में अनेक ठोसों को विलीन कर लेता है

कुछ ठोस पानी में डाले जाने पर अपनी आकृति और रूप खो बैठते हैं। तब कहा जाता है कि पानी ने ठोस को विलीन कर दिया है।

छात्रों को यह विचार समझाने के लिए इस प्रकार के प्रयोग उपयोगी सिद्ध होंगे :

अन्वेषण	पानी में नमक और चीनी का क्या व्यवहार होता है ?	आवश्यक सामग्री काँच के गिलास, चीनी, नमक
<p>काँच के एक बर्तन में चम्मच-भर चीनी रखें। एक चम्मच-भर नमक दूसरे बर्तन में। बर्तनों में समान मात्रा में पानी डालें और उसका विलोडन करें। बच्चों से प्रेक्षण करने और फिर जो देखा हो उसका वर्णन करने के लिए कहें। पूछिए, वे कैसे सिद्ध कर सकते हैं कि नमक और चीनी वास्तव में पानी से बाहर नहीं चले गए हैं। बच्चों को बताएँ कि इस परिवर्तन को घुलना या विलीन होना कहते हैं। वास्तव में नमक और चीनी पानी ने घुला लिए या विलीन कर दिए हैं।</p>		



बच्चों को यह बताने के लिए प्रोत्साहित करें : ( 1 ) चार ठोस जो पानी में घुलाए जा सकते हैं ( फिटकिरी, नीलाकसीस, अरबी गोंद और नौसादर ), ( 2 ) दो ठोस जो मिट्टी के तेल में घुल जाते हैं ( पैरेफिन मोम और तारकोल ), ( 3 ) चार ठोस जो पानी में विलेय नहीं हैं ( पत्थर, काँच, लकड़ी और लोहा ) ।

4 (ख). ठोस पदार्थों की विलेयता में अंतर होता है बच्चे नहीं जानते कि अलग-अलग ठोस पानी में अलग-अलग सीमा तक घुल सकते हैं। “विलेय” और “अ-विलेय” का अंतर आसानी से पकड़ में आ जाता है। लेकिन अब “अधिक

विलेय” और “कम विलेय” का अंतर समझने के लिए छात्रों को सहायता की आवश्यकता है। बच्चों को यह समझाने के निम्नलिखित प्रयोग उपयोगी सिद्ध हो सकते हैं :

अन्वेषण	क्या सब ठोसों की पानी में विलेयता एक जैसी होती है ?	आवश्यक सामग्री काँच के गिलास, चीनी, नमक
4 (क) की क्रिया दोहराई जाए। चाय के चम्मच के बराबर नमक और चीनी को बराबर पानी में घुलने में कितना समय लगता है यह जानने के लिए बच्चों को आमंत्रित किया जाए। इस काम के लिए नमक और चीनी का चूर्ण बना लेना चाहिए। एक बर्तन के पानी को जितनी बार विलोडित करें उतनी ही बार दूसरे बर्तन के पानी को भी। दो अलग-अलग गिलासों में थोड़ी लेकिन बराबर मात्रा में चीनी और	नमक डालें। इस तरह पता लगाएँ कि पानी की समान मात्रा रहने पर चीनी अधिक घुल जाती है या नमक। बच्चों को समझाएँ कि “अधिक विलेय” होने का मतलब होता है—शीघ्र घुलना। पानी की मात्रा समान रहने पर जो पदार्थ दूसरों की तुलना में अधिक घुल जाएँ उन्हें “अधिक विलेय” कहा जाता है।	

बच्चों को पाँच पदार्थ लेने के लिए कहें और उन्हें यह पता लगाने के लिए प्रोत्साहित करें कि इनमें से कौन-से पानी में ( 1 ) अ-विलेय हैं, ( 2 ) कम विलेय हैं या ( 3 ) अधिक विलेय हैं।

4 (ग). पानी अपने में कुछ द्रवों और गैसों को विलीन कर लेता है बच्चे जानते हैं कि पानी कई ठोस पदार्थों को घुला लेता

है। पानी कुछ द्रवों और गैसों को भी घुला लेता है। बच्चों को ये विचार समझाने के लिए इस प्रकार के प्रयोग उपयोगी सिद्ध होंगे :

अन्वेषण	क्या द्रव और गैसों पानी में घुल जाती हैं ?	आवश्यक सामग्री काँच के दो गिलास, शहद, ग्लिसरीन
दो गिलास पानी लें। थोड़ा शहद ( बच्चों को चख कर उसकी पहचान करने दीजिए ) और थोड़ी	ग्लिसरीन लें ( इसे भी चखाइए ) । एक बच्चे से कहें कि वह पानी में शहद की बूँदें डाले और विलोडित करे।	

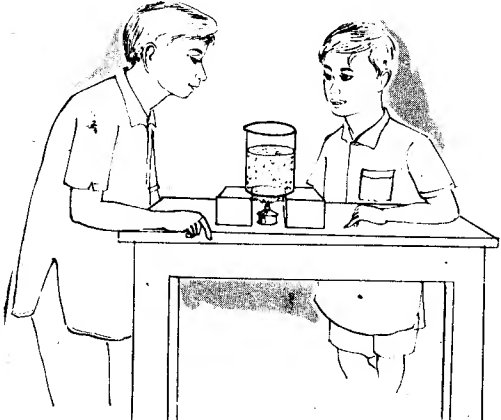
शहद घुल जाता है। दूसरे बच्चे को पानी में ग्लिसरीन डालने दीजिए, यह भी घुल जाती है। यह समझने

में बच्चों की मदद कीजिए कि जिस तरह पानी कुछ ठोस पदार्थों को घुला लेता है उसी तरह कुछ द्रवों को भी।

जब काँच के गिलास में पानी रखा होता है तो कभी-कभी गिलास की दीवार पर अंदर की ओर बहुत-से छोटे बुलबुले दिखाई देने लगते हैं। बच्चों से चर्चा करें कि ये घोल से निकली हवा के बुलबुले हैं। हवा के बुलबुले काँच पर अंदर की तरफ प्रकट हो जाते हैं क्योंकि पानी गर्म होने पर हवा की विलेयता कम हो जाती है।

बच्चों से पूछें कि इन द्रवों में कौन-से पदार्थ पानी में घुल सकते हैं : दूध, गन्ने का रस, नींबू का रस, संतरे का रस, मिट्टी का तेल, ग्लिसरीन, मूँगफली का तेल आदि। (पानी मिट्टी के तेल और मूँगफली के तेल को नहीं घुलाता)। बच्चों को इन सब सामग्रियों से प्रयोग करने के लिए उत्साहित करें।

पानी थोड़ा-बहुत हवा को भी घुला लेता है। निम्नलिखित प्रयोग यह तथ्य स्पष्ट कर देगा :

अन्वेषण	क्या पानी हवा को घुलाता है ?	आवश्यक सामग्री बर्तन, पानी, स्पिरिट लैम्प
<p>एक बर्तन में पानी गर्म करें और बच्चों से प्रेक्षण करने के लिए कहें। वे पाएँगे कि बुलबुले ऊपर उठ रहे हैं या बर्तन की दीवार से चिपक रहे हैं। जैसा कि चित्र 5-18 में दिखाया गया है। बच्चों से चर्चा करें कि गर्म पानी में हवा कम विलेय है और ठंडे में अधिक। इसीलिए बुलबुले बाहर आते दिखाई देते हैं।</p> <p>चित्र 5-18 पानी के गर्म किए जाने पर उसमें घुली हुई हवा छोटे-छोटे बुलबुलों के रूप में दिखाई पड़ती है।</p>		

अन्वेषण	जब दबाव हटा दिया जाए या द्रव तापित की जाए तो घुली हवा पर क्या असर होता है ?	आवश्यक सामग्री सोडावाटर की बोतल, स्पिरिट लैम्प
<p>बच्चों को सोडावाटर की बोतल दिखाएँ। बच्चों के सामने डाट हटाएँ। यह देखने में बच्चों की सहायता</p>		

करें कि डाट हटाते ही सोडावाटर की बोतल के साथ द्रव में बुलबुले नज़र आने लगते हैं। उन्हें समझाइए कि ये बुलबुले गैस के हैं, क्योंकि दबाव हटने पर गैस (कार्बन डाइ-ऑक्साइड) द्रव में नहीं घुली रह सकती। कुछ समय बाद बोतल का द्रव साफ

हो जाता है। अब बोतल को हल्की आँच पर गर्म करें फिर गैस के बुलबुले उठने लगेंगे। चर्चा करें कि दबाव में कमी होने और तापमान बढ़ने पर गैस की विलेयता कम हो जाती है।

### अच्छी तरह समझने के लिए

जब पानी में चीनी घोली जाती है तो प्राप्त वस्तु को घोल कहते हैं। जिस द्रव में पदार्थ (ठोस, द्रव या गैस) घोला जाता है वह विलायक कहलाता है। वह पदार्थ जो घुलता है उसे विलयक कहते हैं। उपरोक्त घोल में पानी विलायक और चीनी विलयक है।

विलायक की निश्चित मात्रा में किस सीमा तक विलयक घुल सकता है यह तापमान पर निर्भर करता है। इसे विलेयता कहते हैं। किसी विलायक में ठोस और द्रव विलायकों की

विलेयता सामान्यतया उच्च तापमान पर अधिक होती है। इसके प्रतिकूल ऊँचे तापमान पर गैसों की विलेयता घट जाती है।

विलायक में जब विलेय घुलता है तो उसके अधिकतर लक्षण अपरिवर्तित रहते हैं। चीनी मीठी है और पानी में बना उसका घोल भी मीठा होता है। इसके अतिरिक्त घोल का वाष्पीकरण करके चीनी फिर प्राप्त की जा सकती है। इसलिए नमक, चीनी, फिटकरी या नीलाकसीस को पानी में घोलने से जो रचना होती है वह भौतिक परिवर्तन होता है।

### वैज्ञानिकों की कार्यविधि

### आधुनिक रसायन-विज्ञान का आरंभ

“अमृत” जो अमरता प्रदान करता है और “पारस” पत्थर जो लोहा और ताँबा जैसी सस्ती धातु को मूल्यवान् धातु स्वर्ण में बदल देता है। उनकी खोज के बारे में बहुत-सी रोचक कहानियाँ हैं।

आपने अपने बाबा-दादी से कहानी सुनी होगी जिसमें देवों और असुरों ने समुद्र-मंथन करके “अमृत” और “विष” प्राप्त किया था। यह पुराणों की एक कथा है। फिर भी इससे ज्ञात होता है कि मनुष्य मृत्यु और गरीबी पर विजय पाने के लिए कितना अधिक चिन्तित रहा है। अमृत और पारस सर्वशक्तिमान बनने के साधन माने जाते रहे हैं।

पौराणिक कथाओं के अतिरिक्त यह दिखाने के लिए ऐतिहासिक प्रमाण भी मौजूद हैं कि अमरता और असीम संपत्ति प्राप्त करने के लिए मनुष्य कितनी गंभीरता से प्रयत्न करता रहा है। 400 वर्ष से कुछ कम ही समय हुआ होगा कि ऐसे लोगों के बारे में सुनाई पड़ना कठिन नहीं था जो अँधेरे, एकांत कमरे

में सस्ती धातुओं को सोने में बदलने के सरल नुस्खों की खोज में जुटे रहते थे। ऐसे लोग कीमियागर कहलाते थे।

कीमियागर तत्त्वांतरण में एक तरह की सामग्री को दूसरी तरह की सामग्री में बदलने में विश्वास करता था। इस विश्वास का बीज 2000 वर्ष से भी पहले उस समय पड़ा था जब यूनानी दार्शनिकों ने मिश्र के कारीगरों को सस्ती धातुओं को सोने की तरह की कृत्रिम धातु का रूप देते देखा। मिस्त्री कारीगर जानते थे कि वे वास्तव में शुद्ध चाँदी या सोना नहीं बना रहे हैं बल्कि कृत्रिम स्वर्ण के आभूषण बना रहे हैं। लेकिन यूनानी दार्शनिकों को इसके प्रेक्षण से अपने विचारों के लिए संबल मिला। यूनानी दार्शनिकों में एक महान दार्शनिक अरस्तू ने कल्पना की कि सभी पदार्थ अग्नि, वायु, पृथ्वी और जल इन चार मूल तत्त्वों के रूप में चार प्राथमिक द्रव्यों से बने हैं। यह संयोजन इन तत्त्वों के चार मौलिक गुण-धर्मों—गर्मी,

शुष्कता, शीतलता और नमी के संतुलन से प्राप्त किया गया।

अपने सिद्धांतों में अंधविश्वास के कारण यूनानी दिग्भ्रमित हो गए। यह बात विज्ञान में मानसिक स्वतंत्रता का महत्त्व दर्शाती है। यूनानी दार्शनिकों को मित्र-वासियों की कारीगरी में बहुत अधिक विश्वास था। उन्होंने कृत्रिम सोना बनाने की तैयारी का प्रेक्षण करके उसकी व्याख्या इस प्रकार की जो उनके अपने विचारों के अनुकूल पड़ती थी। इसका परिणाम यह हुआ कि कई शताब्दियों तक निरंतर पारस पत्थर के लिए निरर्थक अनुसंधान-कार्य किया जाता रहा।

कीमियागरों का विचार था कि सोना श्रेष्ठ धातु है। लोहा, ताँबा आदि धातु घटिया माने जाते हैं। यह सोचा जाता था कि लोहे को अधिक शुद्ध किया जाए तो सोना तैयार किया जा सकता है। इसी तरह यह तर्क दिया जाता था कि यदि मानव-शरीर की पर्याप्त शुद्धि की जाए तो अमरत्व प्राप्त किया जा सकता है। इस विचार ने अमृत की खोज को जन्म दिया।

कीमियागर अपनी औंधेरी और एकांत प्रयोगशाला में किस तरह के काम करता था? बहुधा वह विभिन्न प्रकार की सामग्रियों के मिश्रणों को तपाता या उनका घोल तैयार करता था। प्रत्येक क्रिया के बाद प्राप्त वस्तु के शीतलन का भी प्रयास किया जाता था।

यह सत्य नहीं है कि मनुष्य सदैव वांछनीय परिवर्तन करने के हेतु लोहे को सोने में बदलने या मर्त्य मानव शरीर को अमर बनाने का ही प्रयत्न करता रहा हो। कभी-कभी उसकी जिज्ञासा परिवर्तन पर प्रतिबंध लगाने की भी होती थी। मृत शरीर शीघ्र खराब होने लगता है। पुराने मित्र-वासियों का विश्वास था कि मृत्यु के बाद मनुष्य फिर लौट कर अपने शरीर में आ जाता है। यदि शरीर नष्ट हो गया तो आत्मा

भी नष्ट हो जाएगी। उन्होंने मृत शरीर की “ममी” बनाने की विधि खोज ली और इस तरह मृत शरीर में होने वाले परिवर्तनों को रोक दिया। आज हम भी उसी तरह का काम करते हैं—परिवर्तन नहीं होने देते। लोहे की सतह पर निकल की परत चढ़ा कर क्षरण पर रोक लगा देते हैं।

यह सच है कि बहुत-से कीमियागर अपना अधिकतर समय शाश्वत युवावस्था और असीम संपदा के नुस्खों की खोज में लगाते थे। उनके प्रयासों में प्रायः राजाओं से धन और प्रोत्साहन मिलता था। ये राजा कीमियागरों की खोजों से लाभ उठाने के इच्छुक होते थे। इस खोज में बहुत-सा समय बर्बाद हुआ। बहुत-से कीमियागर धोखेबाज भी थे जो अपने शासकों की कृपा और समर्थन प्राप्त किए रहने के लिए ही कीमियागिरी का दिखावा करते थे।

फिर भी कुछ ही सौ वर्षों में कीमियागरों ने ढेर-सी उपयोगी जानकारी एकत्रित कर दी। इनमें से कुछ वास्तव में सच्चे वैज्ञानिक थे, जिनमें जिज्ञासा थी, साधन-संपन्नता थी और अपार धैर्य था। धीरे-धीरे कीमियागिरी की ‘जादुई कला’ रसायन की आरंभिक अवस्था में बदल गई।

कोई दो सौ वर्ष पहले कीमियागरों का युग बीत गया और रसायन उस मार्ग पर आ गया जिस पर चल कर आज वह इतना जटिल विज्ञान बन गया है। यद्यपि अभी तक अमृत की खोज नहीं हो सकी है फिर भी रसायनज्ञों ने पेनिसिलीन और स्ट्रेप्टोमाइसीन सरीखी अमूल्य दवाओं के रूप में बहुत कुछ प्राप्त कर लिया है। अतीत काल से तुलना करें तो हम बीमारियाँ रोकने में और उनकी चिकित्सा करने के विषय में अधिक सफल रहे हैं। और चाहिए क्या? मविष्य इससे भी अधिक उज्ज्वल है।

## द्रव्य और सामग्रियाँ—पदार्थ

### चौथी कक्षा

#### सामान्य दृष्टि

बच्चे पिछली कक्षा में सामग्री के परिवर्तन के बारे में जानकारी प्राप्त कर चुके हैं। भौतिक अवस्था में रहोबदल से संबंधित परिवर्तनों और घोलों की रचना पर कुछ विस्तार से चर्चा हो चुकी है। लेकिन केवल परिवर्तनों का प्रेक्षण या उनका वर्णन और वर्गीकरण ही अपने आप में विज्ञान नहीं है। इसके लिए एक परिकल्पना—एक बढ़िया और सुकार्य विचार—प्रस्तुत करनी पड़ेगी कि परिवर्तन इसी तरह क्यों होते हैं।

द्रव्य के परिवर्तन के बारे में इस तरह की एक सुकार्य परिकल्पना निरूपित करने का प्रयत्न यहाँ इकाई 5 में कक्षा 4 के स्तर पर की गई है। इस इकाई में दो मुख्य संकल्पनाएँ हैं। इनमें से एक विलयन (घुलने) से संबंधित प्रेक्षण का विश्लेषण करती है। उदाहरण के लिए यदि विलयक छोटे-छोटे अदृश्य कणों में वियोजित होता हुआ पाया जाए तो इसका कारण संभवतः यह है कि विलयक ऐसे ही कणों का बना हुआ है। इसी तरह यदि कुछ ठोस द्रवों में विलीन होकर भी उसके आयतन में उल्लेखनीय वृद्धि न करें तो संभवतः

इसका कारण यह है कि द्रव के कणों के बीच में खाली जगह थी। ठोस विलयक के कण इन्हीं जगहों में समा जाते हैं। इन सब बातों से द्रव्य की संरचना की एक उपयोगी परिकल्पना का जन्म होता है।

दूसरी मुख्य संकल्पना अर्थात् “सब द्रव्य अणु कहलाने वाले छोटे-छोटे कणों से बने हैं,” द्रव्य के संघटन के बारे में एक ऐसी परिकल्पना का वर्णन करती है जो तीन कल्पनाओं पर आधारित है। पहली कल्पना के अनुसार द्रव्य इतने छोटे-छोटे अणुओं के संघटन से बना है कि वे देखे नहीं जा सकते। दूसरी और तीसरी कल्पनाएँ अणुओं के बीच में जगह और अणुओं की उत्तरोत्तर अधिक गति से संबंधित हैं। ये विचार द्रव्य की भौतिक अवस्थाओं में परिवर्तन का स्पष्टीकरण करने में किस प्रकार सहायता करते हैं, यह कक्षा 5 में बताया जाएगा।

इस इकाई में चर्चित विषय इस दृष्टि से महत्वपूर्ण हैं कि वह प्रेक्षण की व्याख्या के बारे में बच्चों को अच्छा अनुमान लगाना सिखाता है।

#### 1. जब ठोस द्रव में विलीन होता है तब वह छोटे-छोटे कणों में विभाजित होकर समूचे द्रव में फैल जाता है

बच्चों को मालूम है कि बहुत-से ठोस द्रवों में घुल जाते हैं। लेकिन वे नहीं जानते कि ठोस द्रव में कैसे विलीन होता है। कुछ बच्चों को मालूम हो सकता है कि ढोंको की तुलना में ठोस चूर्ण अधिक सरलता से घुल जाता है। अधिकतर बच्चे

यह भी जानते हैं कि विलोडन विलयक के विलयन में सहायक होता है। फिर भी बच्चे “विलोडन” और “चूर्णित करने” से संबंधित प्रेक्षणों में सह-संबंध स्थापित करके यह परिकल्पना नहीं कर पाएँगे कि विलयक में ठोस कैसे विलीन हो जाता है।

आगे वर्णित तीन उप-संकल्पनाओं में यही बताने का प्रयत्न किया गया है।

- 1 (क). **घोलों में समान सांद्रता की प्रवृत्ति होती है**  
प्रतिरूपी घोल, जिन्हें विलयन के लिए कुछ समय दिया

गया है, अपने आयतन के प्रत्येक स्थान में एक ही सांद्रता के होते हैं। उदाहरण के लिए चीनी का घोल चाहे जिस भाग का हो मिठास में एक-सा होगा। यह विचार समझने में बच्चों के लिए ऐसे प्रयोग उपयोगी होंगे :

अन्वेषण	पोटाशियम परमैंगनेट पानी में कैसे घुलता है ?	आवश्यक सामग्री पोटाशियम परमैंगनेट के कुछ कण, काँच का गिलास
<div data-bbox="288 663 791 1480"> <p>पोटाशियम परमैंगनेट के कुछ स्फटिक क्रिस्टल कागज के एक टुकड़े में लपेट कर काँच के गिलास के भीतर रख दें। गिलास में धीरे-धीरे पानी इस तरह डालें कि स्फटिक कम से कम क्षुब्ध हों या हिलें-डुलें। बच्चों से चर्चा करें कि उन्होंने क्या देखा। वे संभवतः यह बता सकेंगे कि पोटाशियम परमैंगनेट पानी में विलीन हुआ और उसे उन्होंने गुलाबी बना दिया। घोल के विभिन्न क्षेत्रों में रंग की आपेक्षिक घनता की चर्चा करें। गुलाबी रंग आरंभ में स्फटिक के पास सब से गहरा क्यों होता है ? देखिए चित्र 5-19। रंग की घनता का वितरण कुछ समय बाद कैसे बदल जाता है। यह समझने में बच्चों की सहायता कीजिए कि विलयन के समय पोटाशियम परमैंगनेट छोटे-छोटे कणों में विघटित होता है और पानी को रंग देता है। बच्चों को यह समझने के लिए उत्साहित करें कि ये छोटे-छोटे कण किस तरह पूरे पानी में समान रूप से फैल जाते हैं और उसे समान रूप से गुलाबी बना देते हैं। बच्चों को यह शौर करने का भी अवसर दीजिए कि लघु कण इतने छोटे हैं कि न तो उन्हें देखा जा सकता है, न पकड़ा ही जा सकता है। विलयक के छोटे-छोटे कणों का तब तक मिश्रित होना, जब तक कि उनका वितरण समान न हो जाए, “विसरण” कहलाता है।</p> </div> <div data-bbox="823 618 1318 954"> </div> <div data-bbox="823 1021 1294 1346"> </div> <div data-bbox="839 1357 1302 1491"> <p>चित्र 5-19 क, ख पोटाशियम परमैंगनेट पानी में घुल जाता है। डालने के कुछ समय बाद यह स्वतः सारे पानी में समान रूप से फैल जाता है।</p> </div>		

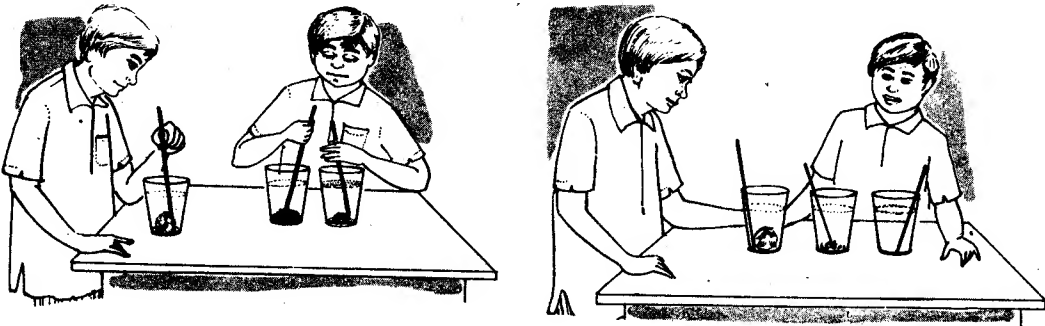
इस प्रयोग में बच्चे सरलता से विसरण का प्रेक्षण कर सकते हैं क्योंकि विलयक कण पानी को रंगीन बनाते रहते हैं। कुछ ऐसे विलयक होते हैं जो पानी को लाक्षणिक स्वाद

प्रदान करते हैं। चीनी और नमक इसके उदाहरण हैं। इन विलयकों के विसरण की जाँच चख कर की जा सकती है।

अन्वेषण	गन्ने की चीनी समूचे पानी में कैसे फैल जाती है ?	आवश्यक सामग्री गन्ने की चीनी, गिलास
<p>गन्ने की चीनी के कुछ स्फटिक (चीनी का बड़ा घन या मिश्री का छोटा टुकड़ा अच्छा होगा) काँच के गिलास में रखें। उस में धीरे-धीरे पानी डालें। बच्चों को पानी का ऊपरी हिस्सा चखने के लिए आमंत्रित करें। वे पाएँगे कि उसमें कोई स्वाद नहीं है।</p> <p>आधे-आधे घंटे बाद ऊपरी परत का पानी चखते रहें। बच्चों से चर्चा करें कि समय बीतने के साथ-साथ ऊपरी परत का पानी मीठा क्यों होता जाता है और चीनी का क्यूब बराबर क्यों छोटा होता जाता है।</p>		

आमतौर से बच्चे अनुभव से जानते हैं कि यदि पहले चीनी का चूर्ण बना लिया जाए तो वह आसानी से पानी में घुल जाती है। दूसरी बात यह कि पानी यदि विलोडित किया

जाए तो विलयन अधिक शीघ्रता से होता है। इन पर्यवेक्षणों का महत्त्व बच्चों को समझाने के लिए निम्नलिखित चर्चा का सहारा लिया जाए :

चर्चा	चीनी का चूर्ण उसके विलयन में कैसे सहायक होता है ?	आवश्यक सामग्री काँच के तीन गिलास, मिश्री, चीनी के रवे, चीनी का चूर्ण
<p>अलग-अलग गिलासों में मिश्री, चीनी के रवे और चीनी का चूर्ण रख कर तीनों गिलासों में थोड़ा-थोड़ा पानी डालें। पानी के तीनों नमूनों का बराबर-बराबर विलोडन करें। दिखाएँ कि चीनी का चूर्ण शीघ्र घुल जाता है और जैसा कि चित्र 5-20 में दिखाया गया है मिश्री के विलयन में सबसे अधिक समय लगता है। चर्चा करें कि जब रवादार चीनी पानी में घुलती है</p> <p>तो ये दो प्रक्रियाएँ क्यों महत्त्वपूर्ण हैं : (1) चीनी का रवा ज्यों-ज्यों घुलता जाता है, वह छोटे-छोटे कणों में विघटित होता जाता है, (2) ये छोटे-छोटे कण पूरे पानी में समान रूप से वितरित हो जाते हैं। चूर्ण से पहली प्रक्रिया को सहायता मिलती है और विलोडन से दूसरी प्रक्रिया को।</p>		
		
<p>चित्र 5-20 क, ख कोई भी पदार्थ अधिक शीघ्रता से घुल जाता है, यदि उसे छोटे-छोटे टुकड़ों में तोड़ दिया जाए।</p>		

यहाँ एक अन्य प्रयोग बताया जाता है जिससे बच्चे प्रेक्षण कर सकें कि विलोडन से विलयन शीघ्र होता है।

अन्वेषण	चीनी के पानी में विलयन होने में विलोडन किस प्रकार सहायक होता है ?	आवश्यक सामग्री काँच के गिलास 2, रवेदार चीनी
<p>काँच के दो गिलासों में चाय के छोटे चम्मच के बराबर एक-एक चम्मच चीनी रखें। उनमें पानी की मात्रा समान रहे। एक छात्र से कहें कि चम्मच से एक गिलास का पानी विलोडित करें। वह पाएगा कि इस गिलास में चीनी का विलयन जल्दी हो गया है उस गिलास की तुलना में, जिसमें पानी का विलोडन नहीं हुआ।</p>		

अन्वेषण	चीनी और पानी के घोल की तुलना में क्या सादे पानी में चीनी अधिक विलेय है ?	आवश्यक सामग्री 2 गिलास, चीनी
<p>दो गिलास लें और पानी से आधा-आधा भर दें। एक गिलास में चाय के 4 चम्मच भर चीनी डालें और सांद्र घोल तैयार करें। विलोडन द्वारा चीनी घुलाएँ। अब एक लड़के को दोनों गिलासों में एक-एक चम्मच चीनी डालने के लिए आमंत्रित करें। उससे दोनों गिलास हिलाने के लिए और यह प्रेक्षण करने के लिए कहें कि किस गिलास में चीनी शीघ्र घुलती है। वह पाएगा कि सादा पानी चीनी को पहले विलीन कर देता है। बच्चों को इस निष्कर्ष पर पहुँचने दीजिए कि जैसे-जैसे घोल की सांद्रता बढ़ती जाती है तैसे-तैसे उसमें और विलयक घुलाना कठिन होता जाता है।</p>		

### 1 (ख). द्रव में किसी पदार्थ के विलयन से द्रव के आयतन में लगभग कोई वृद्धि नहीं होती है

बच्चे देख चुके हैं कि विलयन के समय विलयक छोटे-छोटे कणों में विघटित हो जाता है। लेकिन यह विलयन का पूर्ण विवरण नहीं है। घोल तैयार होने से पहले सामग्रियों, विलयक और विलायक दोनों का अस्तित्व छोटे-छोटे खाली स्थानों द्वारा विलग छोटे-छोटे अदृश्य कणों के रूप में रहता है।

विलयक रवे का छोटे-छोटे अदृश्य कणों में जो विघटन दिखता है वह वास्तव में विलयक रवे के छोटे अदृश्य कणों का पृथक्करण होता है। विलयक के ये कण प्रायः घोल में प्रवेश कर जाते हैं और विलायक के आयतन में बहुत ज़रा-सी वृद्धि करते हैं या बिलकुल ही नहीं करते। बच्चे निम्नलिखित प्रयोग के ज़रिए यह बात समझ सकते हैं :

अन्वेषण	जब पानी में चीनी का विलय हो जाता है तो पानी के आयतन में कैसे परिवर्तन होता है ?	आवश्यक सामग्री काँच का सिलिंडर, चीनी, कागज़ की पट्टी, गोद
<p>एक लंबे सिलिंडर को पानी से आधा भर दें और पानी की स्थिति जताने के लिए पेंदी से ऊपर तक कागज़ की एक पट्टी चिपका दें। कागज़ पर पानी के स्तर का सूचक निशान लगाएँ। पानी में 3 या 4 चम्मच चीनी घोल दें। बच्चे देखेंगे कि जैसा चित्र 5-21 में दिखाया गया है, चीनी के विलयन के बावजूद पानी</p>		



के आयतन में वृद्धि नहीं हुई है। बच्चों से चर्चा करें कि चीनी के कण कौन-सी जगह घेरे हुए हैं। चूँकि आयतन में लगभग कोई वृद्धि नहीं हुई है, इसलिए चीनी के छोटे-छोटे कण निश्चय ही पहले से खाली जगह में पहुँच गए हैं। यह समझने में बच्चों की मदद कीजिए कि पानी छोटे-छोटे कणों का बना होता है और ये कण एक-दूसरे से कुछ-कुछ अलग होते हैं। चीनी के जो छोटे कण पानी में विलीन होते हैं, इन्हीं जगहों में पहुँच जाते हैं।

चित्र 5-21

कुछ शक्कर के घुलने पर भी पानी का आयतन नहीं बदलता।



बच्चों को दिखाएँ कि काँच की गोलियों से भरे गिलास में बालू के कणों को स्थान मिल सकता है। इस उदाहरण की तुलना पिछले प्रयोग के प्रेक्षण से करें।

1 (ग). अधिकतर ठोस पदार्थ ठंडे पानी की अपेक्षा गर्म पानी में अधिक विलेय होते हैं।

बहुत-से ठोस पानी में घुल जाते हैं, लेकिन उनकी विलेयता में ताप से अंतर होता है। ठोस पदार्थों की विलेयता ठंडे पानी

के मुकाबले गर्म पानी में अधिक होती है। निम्नलिखित प्रयोगों द्वारा यह समझने में बच्चों की सहायता की जा सकती है कि तापमान ठोस की विलेयता को प्रभावित करता है :

अन्वेषण	पानी के तापन से चीनी और शोरा की विलेयता पर क्या असर पड़ता है ?	आवश्यक सामग्री काँच के 2 गिलास, 2 तश्तरियाँ, चीनी, शोरा
<p>दो गिलासों में समान मात्रा में पानी भरें। एक तश्तरी में थोड़ी चीनी रखें और दूसरी तश्तरी में उतनी ही मात्रा में शोरा। एक बच्चे को बुलाकर एक गिलास में चीनी और दूसरे बच्चे को बुलाकर दूसरे गिलास में शोरा डालने के लिए कहें। ये ठोस थोड़ी मात्रा में ही डाले जाएँ और हर बार पानी विलोडित किया जाए। कुछ समय बाद बच्चे पाएँगे</p>		
<p>कि कुछ चीनी या शोरा कई मिनट तक पानी विलोडित करते रहने पर भी नहीं घुल सका है। बच्चों को यह देखने के लिए आमंत्रित करें कि घोलों को तपाने से क्या होता है। ठोस का वह भाग जो घुला नहीं था, घुल जाता है। यदि तापन चालू रखा जाए तो और भी चीनी तथा शोरा विलीन हो सकता है।</p>		

उपरोक्त विधि से बच्चों से निम्नलिखित पदार्थों पर प्रयोग करने के लिए कहें :  
साबुन के टुकड़े, साबुन का चूरा, धोने का सोडा, ब्लिचिंग पाउडर, लेमन ड्राप।

## 2. सभी द्रव्य अणु कहलाने वाले लघु-कणों से बने हैं

बच्चे घोल की प्रक्रिया के बारे में कुछ प्रेक्षण कर चुके हैं। वे देख चुके हैं कि विलयक किस तरह छोटे-छोटे कणों में विघटित होता है और ये कण किस तरह विलायक जल में विसरित होते हैं। अब इन प्रेक्षणों का स्पष्टीकरण करने के लिए अनुमान लगाने में उनकी सहायता की जानी चाहिए। आगे जो तीन उप-संकल्पनाएँ दी गई हैं उनमें एक ऐसी परिकल्पना की चर्चा की गई है। यह गतिमूलक आण्विक सिद्धांत के नाम से प्रसिद्ध है। इसमें माना गया है कि सभी द्रव्य अणु कहे जाने वाले सूक्ष्म कणों से बने हैं।

2 (क). अणु इतने सूक्ष्म होते हैं कि उन्हें केवल आँखों से नहीं देखा जा सकता

बच्चे देख चुके हैं कि चीनी के स्फटिक पानी में घुलने पर अदृश्य हो जाते हैं। बच्चे जानते हैं कि चीनी के स्फटिक विलयन के समय छोटे-छोटे कणों में विघटित हो जाते हैं। लेकिन बच्चों को आश्चर्य हो सकता है कि ये कण उन्हें दिखाई क्यों नहीं पड़ते। निम्नलिखित प्रयोग बच्चों को यह समझाने में सहायक होंगे कि जब विलेय पानी में घुलता है तो वह इतने छोटे-छोटे कणों में विघटित हो जाता है कि वे आँखों से नहीं दिखते।

चर्चा	कुछ छोटी वस्तुओं को विशेष व्यवस्था द्वारा कैसे देखा जा सकता है ?
बच्चों में पूछें कि क्या उन्होंने किसी बंद अँधेरे कमरे में एक छेद से आती हुई धूप की रोशनी में धूल के तैरते कण देखे हैं। चर्चा करें कि धूल के कण आमतौर पर क्यों नहीं दिखाई पड़ते। वे इतने छोटे होते हैं कि	बिना किसी व्यवस्था विशेष के उन्हें नहीं देखा जा सकता। यह समझने में बच्चों की सहायता करें कि अणु इतने छोटे होते हैं कि सभी व्यवस्थाएँ उन्हें दृष्टि-गोचर बनाने में असफल हो जाती हैं।


छोटे कणों को दृष्टिगोचर बनाने की अन्य विधियों के सिलसिले में बच्चों को आवर्धक लेंस दिखाएँ। उन्हें लेंस से कुछ छोटे कण देखने दीजिए (उदाहरण के लिए, परागकण, बालू के कण और चीटियाँ)। उन्हें पता लगाने दीजिए कि लेंस से देखने पर ये कण अनुमानतः कितने अधिक बड़े दिखाई देते हैं।

बच्चों से चर्चा करें कि परागकण जैसे छोटे कण में भी अरबों अणु होते हैं। अणु देखने के लिए ऐसी विधि की आवश्यकता पड़ेगी जो कई अरब गुणा आवर्धन कर सके।

**2 (ख). अणुओं के बीच में खाली जगह होती है**

बच्चे देख चुके हैं कि नमक और चीनी पानी में घुल जाते हैं, लेकिन उसके आयतन में कोई उल्लेखनीय वृद्धि नहीं होती। इसका अर्थ यह होता है कि पानी के अणुओं के बीच-बीच में

जगह होती है। अणुओं के बीच में जगह होती है, यह बात बच्चों को अधिक अच्छी तरह समझाने के लिए निम्नलिखित प्रयोग उपयोगी सिद्ध होगा :

<b>अन्वेषण</b>	<b>विलयक अणु विलायक अणुओं के बीच की जगह में कैसे समायोजित हो जाते हैं ?</b>	<b>आवश्यक सामग्री</b> काँच की गोलियाँ, गिलास, बालू
<p>एक गिलास को ऊपर तक काँच की गोलियों से भर दें। बच्चों को दिखाएँ कि गिलास के भीतर अब और गोलियाँ नहीं आ सकतीं। बच्चों को पता करने दीजिए कि गिलास में कुछ बालू भरी जा सकती है या नहीं। बच्चों को यह प्रेक्षण करने दीजिए कि बालू के कण, जैसा कि चित्र 5-22 में दिखाया गया है, काँच की गोलियों के बीच के स्थानों में बैठते जा रहे हैं। इस नमूने में काँच की गोलियाँ पानी के अणुओं के और बालू के कण विलयक के अणुओं के तदनुरूपी हैं।</p>		
		
<p>चित्र 5-22 विलयक अणु विलायक अणुओं के बीच की जगह में समायोजित हो जाते हैं।</p>		

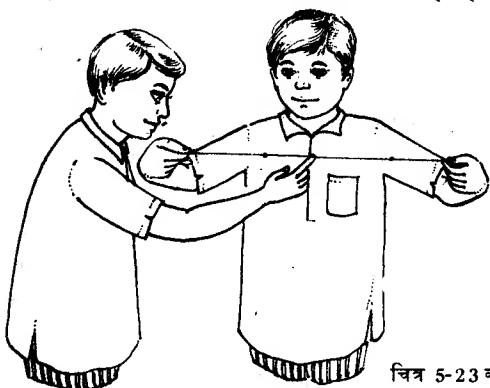
**2 (ग). जो अणु द्रव्य का निर्माण करते हैं वे निरंतर गतिशील रहते हैं**

द्रव्य के प्रत्येक छोटे खंड में भी अणुओं की संख्या बहुत अधिक होती है। ये अणु एक-दूसरे के प्रति आकृष्ट होते हैं। अणुओं में आकर्षण का बल किसी संयोजी पदार्थ के कारण नहीं होता, जिस तरह कि लड्डू के कणों में होता है। लड्डू के कण चाशनी द्वारा संयोजित होते हैं। द्रव्य के अणु विद्युतीय बल

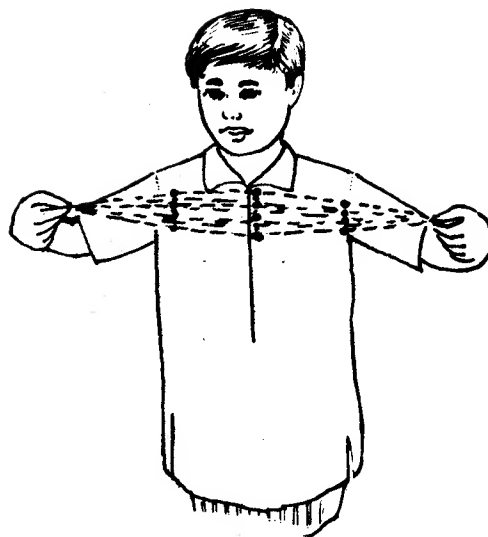
द्वारा आकर्षित होते हैं। अणुओं में तथा लड्डू के संयोजित टुकड़ों में एक और अंतर होता है। लड्डू के दानों की स्थिति परस्पर नहीं बदलती। उनकी अपनी परस्पर स्थिति निश्चित होती है। इसके विपरीत अणु अपनी सीमित जगह में बेतरतीब ढंग से कंपित होते रहते हैं। बच्चों को यह विचार समझाने के लिए निम्नलिखित प्रयोगों की सहायता ली जा सकती है :

<b>अन्वेषण</b>	<b>अपने स्थान के इर्द-गिर्द कण कैसे गतिशील रहते हैं ?</b>	<b>आवश्यक सामग्री</b> डोरी
<p>एक डोरी को दो निश्चित बिंदुओं के बीच खींचकर बाँध दें। यहाँ दोनों सिरे हाथ से पकड़ कर डोरी तानें।</p>		
<p>डोरी पर तीन जगह रोशनाई से निशान लगा दें। डोरी को नीचे की ओर खींच कर छोड़ दें। बच्चों को</p>		

रोशनाई के कंपित होते हुए निशान दिखाएँ। रोशनाई के निशानों में कंपन के कारण दीखने वाले परिवर्तनों की बच्चों से चर्चा करें। यह समझने में बच्चों की सहायता कीजिए कि निशान केवल अपनी मूल स्थिति के आसपास ही गतिशील हैं, जैसा कि 5-23 में दिखाया गया है। चर्चा करें कि इस गति और लुढ़कती गेंद की गति में क्या अंतर है। बच्चों को चुनौती देकर यह कल्पना करने के लिए प्रेरित करें कि ठोस के अणु इस तरह अपने स्थान के आसपास सतत गतिशील रहते हैं।



चित्र 5-23 क



चित्र 5-23 ख

चित्र 5-23 क, ख  
कंपित डोरी में मनकों के कंपन से ज्ञात होता है कि किस-किस प्रकार कण अपने स्थान के इर्द-गिर्द गतिशील रहते हैं।

हवा के अणुओं से धक्के खाते रहने के कारण धूल के कणों के गतिशील रहने के बारे में बच्चों से चर्चा करें। यहाँ हवा के अदृश्य अणुओं के कारण कण गतिमान रहते हैं। इससे ज्ञात होता है कि अणु गतिशील रहते हैं।

बच्चे अब यह कल्पना कर सकते हैं कि द्रव्य के किसी भी भाग में अणु निरंतर गतिशील रहते हैं। उनसे यह बताने के लिए कहा जा सकता है कि यदि गतिशील अणुओं के बीच-

बीच में थोड़ी-सी जगह है तो क्या होगा? कम-से-कम कुछ बच्चे यह कहेंगे कि ये अणु आपस में टकराएँगे।

बच्चों से चर्चा करें कि यह टकराहट पानी में चीनी घन (क्यूब) के विलयन और विसरण में सहायक बनती है, इसलिए विलोडन अनिवार्य नहीं है।

कपड़े या कागज पर छिड़के गए इत्र (सुगंध) की महक पूरे कमरे में कैसे फैल जाती है, इसकी चर्चा करें।

### अच्छी तरह समझने के लिए

इस इकाई में इस कक्षा के स्तर पर संकल्पनाओं और उप-संकल्पनाओं का संघटन ऐसा रखा गया है जैसा इस 'शिक्षक पुस्तिका' के अधिकतर हिस्सों में नहीं मिलेगा। अच्छा हो कि शिक्षक स्वयं इस संघटन को अपने दिमाग में बिठा लें और बच्चों को भी अच्छी तरह समझा दें।

पहली मुख्य संकल्पना में सरल प्रेक्षणों की श्रेणी दी गई है—क्रियाओं और कामों का चुनाव इस तरह किया गया है कि किसी सीमा तक द्रव्य की अणु-रचना का रहस्य उद्घाटित हो। इच्छा केवल इतनी नहीं है कि आण्विक सिद्धांत बता दिया जाए। परंतु ऐसे प्रमाण जुटाए गए हैं जिनके आधार पर छात्रों को सिद्धांत का आरंभ विकसित करने में सहायता दी जा सकती है। इस विभाग में पहली मुख्य संकल्पना की यही भूमिका है। इस तरह के प्रमाण इन प्रेक्षणों से प्राप्त हुए हैं—विलायकों में विलयकों का विसरण, तापमान बढ़ने पर अधिकतर ठोस पदार्थों की विलेयता में वृद्धि और यह सत्य कि बहुत-से ठोस पानी में विलीन हो कर भी उसके आयतन में अधिक वृद्धि नहीं करते। इन छात्रों के पास और भी बहुत-से प्रमाण हैं। इकाई 2 "हवा, पानी और मौसम" और इकाई 4 "ऊर्जा

और कार्य" में कक्षा 3 और 4 के छात्र जान चुके हैं कि तपाने पर सामग्री का प्रसरण होता है। यह एक ऐसा प्रमाण है जिससे द्रव्य के सरल गतिमूलक आण्विक सिद्धांत को भी समर्थन मिलता है।

इस विभाग की दूसरी मुख्य संकल्पना में आधुनिक गति-मूलक आण्विक सिद्धांत के वर्णन की प्रारंभ से संबद्ध बातें हैं। शिक्षक स्मरण रखें कि यह केवल प्रारंभ मात्र है। लेकिन यह ठोस प्रारंभ है जो छात्रों के वास्तविक प्रेक्षणों पर आधारित है। उच्चतर कक्षाओं में इस विचार को और विकसित किया जाएगा। छात्रों को प्रायः आश्चर्य होता है कि जब वैज्ञानिकों ने इन छोटे कणों को नहीं देखा है तो वे अणुओं के अस्तित्व और व्यवहार के बारे में आश्वस्त क्यों हैं। गतिमूलक आण्विक सिद्धांत इस आधार पर स्वीकार नहीं किया गया है कि अणुओं की गतिशीलता सचमुच देखी जा चुकी है। उसे इसलिए स्वीकार किया गया है कि वह वास्तविक घटनाओं की बहुत अच्छी तरह व्याख्या कर देता है जैसे विलयन, विसरण और तापीय प्रसरण की व्याख्या। अणुओं के अस्तित्व में वैज्ञानिक केवल इसलिए विश्वास करते हैं कि बहुत-से परोक्ष प्रमाण उपलब्ध हैं। शिक्षकों को चाहिए कि वे बच्चों को ऐसी मानसिक स्थिति में लाएँ कि वे भी ऐसे ही कारणों से सिद्धांत में विश्वास करने लगें।

#### वैज्ञानिकों की कार्यविधि

#### द्रव्य के व्यवहार की व्याख्या करने के लिए वैज्ञानिक परिकल्पना करते हैं

आप जान चुके हैं कि कुछ ही सौ साल पहले कीमियागर ऐसी विधि खोजने के लिए प्रयोग किया करते थे जिससे कि लोहा या ऐसी ही अन्य सस्ती धातुओं को सोने में परिवर्तित किया जा सके। उनकी सभी क्रियाओं के मूल में यह दृढ़ विश्वास काम कर रहा था कि सभी विभिन्न सामग्रियाँ केवल कुछ प्राथमिक तत्वों से बनी हैं और उनकी व्यवस्था का अंतर ही उन्हें भिन्नता प्रदान करता है। कीमियागरों के लिए लोहों को सोने में परिवर्तित करने की संभावना तर्कसंगत थी। आज भी वैज्ञानिक सुपरीक्षित विश्वासों—परिकल्पनाओं, सिद्धांतों और नियमों को अपने काम का आधार बनाते हैं।

विश्वासों के अतिरिक्त वैज्ञानिकों को उपकरणों और प्रयोगशाला की तकनीक की भी आवश्यकता होती है। कीमियागर के पास सरल किस्म के कुछ पात्र होते थे जिनमें वह तत्वों को तपाता था या उनका शीतलन करता था। गलत धारणाओं पर आधारित विचारों और प्रयोगशाला की अपरिष्कृत तकनीक के बावजूद कीमियागर कुछ क्षारों, अम्लों और अन्य योगिकों की खोज करने में सफल हो गए थे क्योंकि उनमें प्रेक्षण का सूक्ष्म बोध था।

किसी भी भौतिक पदार्थ को दो दृष्टियों से देखा जा सकता है: वह द्रव्य का एक खंड है अथवा वह एक प्रकार का द्रव्य है। उदाहरण के लिए अरस्तू और

उसके अनेक परवर्ती हर सामग्री को अंततः एक ही बुनियादी वस्तु से बना मानते थे। विभिन्न सामग्रियों को अग्नि, वायु, पृथ्वी और जल इन्हीं प्राथमिक तत्त्वों का मिश्रण माना जाता है।

लोग द्रव्य के खंड के स्वरूप के बारे में अटकलें लगाते थे—जैसे खड़िया या लकड़ी के टुकड़े, गिलास में भरे दूध या बैलून में भरी हवा का स्वरूप क्या है? कम-से-कम कुछ मामलों में द्रव्य विच्छिन्न और सतत गतिशील छोटे कणों द्वारा रचित दिखाई पड़ता था। तो क्या सभी द्रव्य गतिशील कणों के बने हैं? अथवा, क्या कोई भौतिक वस्तु एक सिरे से दूसरे सिरे तक अविच्छिन्न खंड है?

कोई तीन हजार साल पहले कुछ विचारक ऐसे भी हुए हैं जो द्रव्य की विच्छिन्नता में विश्वास करते थे। भारत में कणाद इस प्रकार के विचारों (परमाणुवाद या आण्विक सिद्धांत) के पिता माने जाते हैं। यूनान में डेमोक्रिटोस (468-370 ईसा-पूर्व) इस प्रकार के विचारों के सब से अधिक सक्रिय समर्थक थे। वह ल्यूक्रीपोस के शिष्य थे। ल्यूक्रीपोस और डेमोक्रिटोस दोनों की पांडुलिपियाँ अब खो चुकी हैं। फिर भी उनके विचारों की जानकारी अरस्तू के ग्रंथों से मिल सकती है। अरस्तू के अनुसार डेमोक्रिटोस का ख्याल था कि द्रव्य के कण (परमाणु) कठोर होते हैं और उनका

निश्चित आकार तथा रूप होता है। वे अदृश्य हैं क्योंकि वे बहुत छोटे होते हैं। उनमें रंग, स्वाद या महक नहीं होती, क्योंकि ये व्यक्तिनिष्ठ गुण-धर्म हैं। वे निरंतर गतिशील रहते हैं। यह ब्रह्मांड कुछ और न होकर एक विशाल शून्य है, जिसमें परमाणु के समूह गतिशील हैं।

द्रव्य के आण्विक सिद्धांत में रूसी वैज्ञानिक एम. वी. लोमोनोसोव (लगभग 1740 ईस्वी) ने और अंग्रेज रसायनशास्त्री डाल्टन (लगभग 1805) ने पुनः दिलचस्पी जगाई। इसे 1911 में लगभग आधुनिक रूप देने का श्रेय इटली के भौतिकविद् एवोगाद्रो को प्राप्त है। इनमें से एक वैज्ञानिक की प्रमुख देन यह विचार है कि किसी एक प्रकार की वस्तु के सभी परमाणु, भार और गुण-धर्म में समान होते हैं।

रसायन के विकास में परमाणु सिद्धांत का भाग इतना महत्वपूर्ण रहा है कि उसे उसकी आधारशिला माना जाता है। यह जानकारी दिलचस्प और महत्वपूर्ण है कि दुनिया के मिस्र भागों के बहुत-से वैज्ञानिकों ने द्रव्य की संरचना के आधुनिक परमाण्विक सिद्धांत का विकास किया है। सैकड़ों वर्षों से इस सिद्धांत का विकास होता आ रहा है। द्रव्य की संरचना और उसके व्यवहार के बारे में हमारी समझ निस्संदेह आगे जाने वाले वर्षों और शताब्दियों में बढ़ती ही जाएगी।

## द्रव्य और सामग्रियाँ—पदार्थ

### पाँचवीं कक्षा

#### सामान्य दृष्टि

पिछली कक्षा में छात्र द्रव्य की संरचना से संबंधित परिकल्पना से अवगत हो चुके हैं। गतिमूलक आण्विक सिद्धांत की धारणा की परिकल्पना विसयन की घटना के प्रेक्षण की व्याख्या करने के लिए की गई थी। पहले गतिमूलक आण्विक सिद्धांत का जितना विकास हो चुका है उसी के प्रकाश में द्रव्य की तीनों अवस्थाओं के बारे में प्रेक्षणों की चर्चा इकाई 5 के अधीन कक्षा 5 के स्तर पर की गई है।

पहली मुख्य संकल्पना गतिमूलक आण्विक सिद्धांत के प्रकाश में द्रव्य की तीनों अवस्थाओं की आकृति और आयतन के लक्षणों के बारे में है। इन लक्षणों का प्रेक्षण और अध्ययन पहले किया जा चुका है। कक्षा 5 के स्तर पर उन लक्षणों का पुनः अध्ययन करना गतिमूलक आण्विक सिद्धांत के विकास में सहायक होगा। इस कारण ठोसों, द्रवों और गैसों की विभिन्न आण्विक गतियों को समाहित करने के अभिप्राय से इस सिद्धांत में आवश्यक संशोधन कर दिए गए हैं। अगली

मुख्य संकल्पना पुनः द्रव्य की तीनों अवस्थाओं के गुण-धर्म के विषय में है। यहाँ पर द्रव्य की प्रत्येक अवस्था का विवरण ऊर्जा की दृष्टि से किया गया है। ठोसों, द्रवों और गैसों में आण्विक गति की विविधता इन तीनों अवस्थाओं के लक्षणों की व्याख्या में सहायक होती है।

तापमान में वृद्धि के साथ-साथ आण्विक ऊर्जा बढ़ जाती है, और इसलिए आण्विक गति में भी वृद्धि होती है। इस तरह गतिमूलक आण्विक सिद्धांत की जो आण्विक ऊर्जा संकल्पना है, इसके परिष्कार से तापमान से संबंधित कुछ प्रेक्षणों के स्पष्टीकरण में सहायता मिलती है। ये प्रेक्षण विभिन्न तापमानों पर पानी में रंजकों के तुलनात्मक विसरण और ठोस, द्रव या गैस अवस्थाओं में द्रव्य के तापीय प्रसरण के विषय में हैं। इन प्रेक्षणों की चर्चा इस इकाई में तीसरी मुख्य संकल्पना के अधीन की गई है।

#### 1. द्रव्य की तीनों अवस्थाओं के गुण-धर्म की व्याख्या गतिमूलक आण्विक सिद्धांत से हो जाती है

बच्चे जान चुके हैं कि अणुओं में गति होती रहती है। यह गति की ऊर्जा गतिमूलक ऊर्जा कहलाती है। पहाड़ी भरने का पानी गतिमूलक ऊर्जा के कारण हमारे पैरों को आगे धकेलता है। चूँकि वस्तु के अणुओं में गति होती है, इसलिए उनमें इस गति के कारण गतिज ऊर्जा भी होती है। निम्नलिखित उष्-संकल्पनाएँ यह समझने में बच्चों की सहायता


करती हैं कि गतिमूलक आण्विक सिद्धांत किस तरह द्रव्य की भौतिक अवस्थाओं के गुण-धर्मों की व्याख्या करता है।

1 (क). ठोस द्रव्य के अणु एक साथ रूस कर संकुलित होते हैं। वे स्थायी रूप से अपनी जगह छोड़े बिना कंपन करते रहते हैं।

ठोस अवस्था में अणु एक-दूसरे से दृढ़ता से जकड़े हुए होते

हैं। उनकी गति केवल कंपन के रूप में होती है। ठोस के अणुओं में इतना प्रबल आकर्षण होता है कि अणु अपने सापेक्ष निश्चित स्थानों से दूर नहीं जा पाते। इसीलिए ठोस अनमनीय होते

हैं और अपनी आकृति स्थिर रखते हैं। नीचे दिए गए प्रयोगों से बच्चों को यह समझाने में बहुत सहायता मिलेगी :

<b>अन्वेषण</b>	<b>ठोसों की आकृति और आयतन निश्चित क्यों होते हैं ?</b>
<p>चार बच्चों को आमंत्रित करें और उन्हें किसी बहुत छोटी वस्तु के चार अणुओं का नाटक खेलने के लिए कहें। बच्चे एक-दूसरे के हाथ पकड़ कर या अपनी बाँह में दूसरे की बाँह जकड़ कर घेरा बना कर खड़े हो जाएँ। उनकी बाँहें उन अदृश्य बलों की तद्रूपी हैं जो अणुओं को संकुलित रखती हैं। अब आप उनसे कहें कि अपना-अपना स्थान और एक-दूसरे का हाथ छोड़े बिना, जैसा कि चित्र 5-24 में दिखाया गया है, सीधे खड़े हों, सामने भुकेँ और घेरे में ही कूदें और नाचें। यह समझने में उनकी सहायता करें कि बहुत कुछ इसी तरह ठोस के अणुओं का व्यवहार होता है। वे सीमित स्थान में इधर-उधर गतिशील हो सकते हैं, लेकिन अपने पड़ोसियों के संदर्भ में अपना सामान्य स्थान नहीं बदल सकते।</p>	 <p>चित्र 5-24 एक-दूसरे की बाँहों में अपने बाँहें जकड़े हुए ये बच्चे अपना स्थान अधिक नहीं बदल सकते। इसी प्रकार ठोस अणु भी एक-दूसरे से दृढ़ता पूर्वक जकड़े रहते हैं और अपने निश्चित स्थानों से दूर नहीं जा सकते।</p>

बच्चों से पक्षियों के ऊपर-नीचे रखे हुए पिंजड़ों की कल्पना करने के लिए कहें। पिंजड़ों में पक्षी हैं। हर पक्षी को चलने-फिरने की छूट है, लेकिन सीमित स्थान में ही। बहुत कुछ इसी प्रकार किसी ठोस के अणु कपित हो सकते हैं, लेकिन एक से दूसरी जगह नहीं जा सकते।

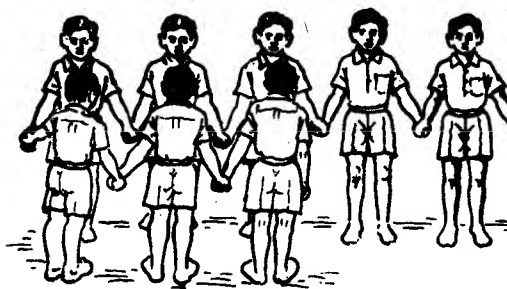
1 (ख). द्रव के अणु पास-पास होते हैं, लेकिन उन्हें एक-दूसरे के ऊपर से सरकने की स्वतंत्रता होती है द्रवों के अणुओं में ठोस के अणुओं के मुकाबले आकर्षण-

बल कमजोर होता है। वे एक-दूसरे के ऊपर सरक सकते हैं लेकिन अलग नहीं हो सकते। बच्चों को यह समझाने के लिए निम्नलिखित प्रयोग उपयोगी सिद्ध होंगे :

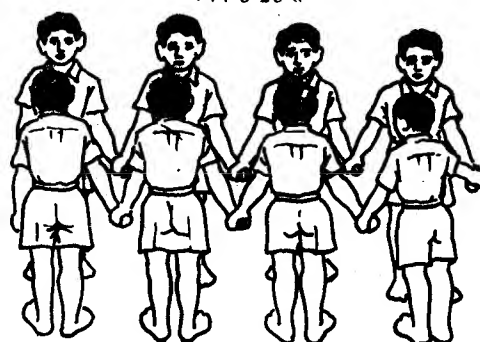
<b>अन्वेषण</b>	<b>द्रव अपनी आकृति कैसे बदलते हैं ?</b>
<p>आठ बच्चों को द्रव की बहुत छोटी बूँद के अणुओं की भूमिका निभाने के लिए आमंत्रित करें। एक-दूसरे</p>	<p>के हाथ पकड़ने के लिए कहें। चित्र 5-24 की तुलना में वे एक-दूसरे से अधिक दूरी पर रहें। बच्चों को</p>



कतार में खड़ा होने के लिए आमंत्रित करें। एक-दूसरे का हाथ छोड़े बिना उन्हें चार-चार की दो कतारों में खड़ा होने के लिए कहें (देखिए चित्र 5-25)। बच्चे एक-दूसरे के सामने से गुजर कर ऐसा कर सकते हैं, जैसा कि चित्र में सुझाया गया है। यह समझने में उनकी सहायता करें कि बच्चों को पिछले प्रयोग की तुलना में गतिशील होने की अधिक स्वतंत्रता है। यह समझने के लिए बच्चों को उत्साहित करें कि इसी तरह द्रव के भीतर अणुओं को ठोस के अणुओं की तुलना में गतिशील रहने की अधिक गुंजाइश रहती है। वे सरकते हुए एक-दूसरे को पार कर सकते हैं, यद्यपि वे अपने वर्ग के अन्य अणुओं से कभी अलग नहीं हो सकते। क्योंकि अणु अपनी जगह से सरकते रह सकते हैं, इसलिए द्रवों की कोई निश्चित आकृति नहीं होती। चूंकि वे पूर्णतः अलग नहीं होते इसलिए उनका आयतन निश्चित होता है। (चित्र 5-28 भी देखिए)।



चित्र 5-25 क



चित्र 5-25 ख

चित्र 5-25 क, ख

ये आठ बच्चे बिना एक-दूसरे का हाथ छोड़े आसानी से अपनी जगह तथा संरचना बदल सकते हैं। ठीक इसी प्रकार द्रव के भीतर अणुओं की गतिशील रहने की अधिक गुंजाइश रहती है।

बच्चों को याद दिलाएँ कि तिल और चाशनी से तिल का लड्डू कैसे तैयार किया जाता है। जब चाशनी गर्म होती है तो उसमें तिल के दाने कुछ-कुछ उसी तरह गतिशील हो सकते हैं जैसे कि द्रव के अणु। जब चाशनी ठंडी हो जाती है तो मिठाई ठोस की तरह हो जाती है।

- 1 (ग). गैस पदार्थ के अणु दूर-दूर होते हैं और गति के लिए उन्हें पूर्ण स्वतंत्रता होती है।  
गैसों में अणु दूर-दूर होते हैं और वे बड़े वेगवान होते हैं।

वे एक-दूसरे से प्रायः टकराते रहते हैं, परंतु एक-दूसरे के प्रति आकर्षित नहीं होते। बच्चों को यह समझाने के लिए इस प्रकार के कामों का सहारा लिया जा सकता है :

बर्चा	गैस अपनी आकृति और आयतन कैसे बदल लेती है ?
बच्चों से कहें कि वे अपने को किसी गैस के छोटे-छोटे अणु मान लें। वे एक-दूसरे का हाथ न पकड़ें। वे चारों ओर तेजी से गतिशील हों। वे एक-दूसरे से पर्याप्त दूरी पर रहें। वे कमरे भर में लगभग बराबर बिखर जाएँ। इस तरह करने से वे गैस के अणुओं के प्रतिमान (मॉडल) बन जाते हैं।	

चर्चा करें कि इत्र या सुगंध की कोई खुली शीशी कमरे में रखी हो तो उसकी महक शीघ्र ही कमरे भर में क्यों भर जाती है। शीशी की डाट लगा देने से सुगंध का फैलना क्यों बंद हो जाता है ?

## 2. पदार्थ (द्रव्य) की तीनों अवस्थाओं के गुण-बर्णन उनकी ऊर्जा के रूप में समझे जा सकते हैं

बच्चे सीख चुके हैं कि सभी द्रव्य—ठोस, द्रव या गैस—छोटे, अदृश्य और गतिशील अणुओं से बने हैं। इन अणुओं के बीच-बीच में खाली जगह होती है। वे देख चुके हैं कि आण्विक गति विभिन्न प्रकार की हो सकती है। ठोस के अणु गतिशील (कंपित) होते हैं पर वे अपने निश्चित स्थान से हट नहीं सकते। द्रव के अणु एक-दूसरे के ऊपर से गुजर सकते हैं; लेकिन अपने पड़ोसियों से पूरी तरह अलग नहीं हो सकते। गैस के अणु द्रव के अणुओं की तुलना में कहीं अधिक आजादी से गतिशील होते हैं। उन्हें एक-दूसरे से काफी दूर जाने की स्वतंत्रता रहती है।

तत्त्व का अस्तित्व ठोस, द्रव या गैस इन तीनों भौतिक अवस्थाओं में हो सकता है। पानी के अणुओं की गति बर्फ, द्रव (पानी) या भाप की अवस्थाओं में भिन्न प्रकार की क्यों होती है ? इसका उत्तर आण्विक गति की ऊर्जा में निहित है। प्रत्येक गतिमान वस्तु में गति के कारण ऊर्जा होती है। अणुओं में भी यह ऊर्जा होती है। यहाँ बच्चों को यह समझने में मदद दी जाएगी कि बर्फ, पानी और वाष्प की आण्विक गतियाँ भिन्न

प्रकार की होती हैं, क्योंकि तीनों भौतिक अवस्थाओं में—ठोस, द्रव और गैस में अणुओं की ऊर्जा में भिन्नता होती है।

2 (क). किसी ठोस पदार्थ के अणु एक स्थान से दूसरे स्थान तक गतिमान नहीं होते क्योंकि उनमें कम ऊर्जा होती है

ठोस पदार्थों की आकृति और आयतन निश्चित होता है। बच्चे देख चुके हैं कि इसका कारण यह है कि उनके अणुओं की गति मंद होती है और वह भी केवल निश्चित मध्य-मान स्थिति के चारों ओर। चूँकि अणु अपनी-अपनी जगहों से हट नहीं सकते, इसलिए ठोस पदार्थ की आकृति नहीं बदलती। बच्चों को यह जानने की उत्सुकता हो सकती है कि ठोस पदार्थ के अणुओं की गति इतनी मंद क्यों होती है। इसका कारण यह है कि ठोस पदार्थ के अणुओं में बहुत कम ऊर्जा होती है। निम्न-लिखित प्रयोग बच्चों को यह समझने के लिए उपयोगी सिद्ध होगा :

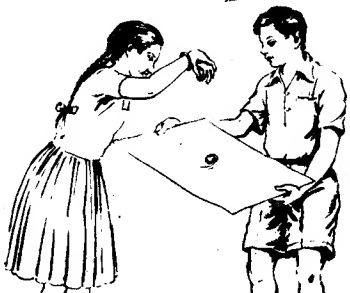
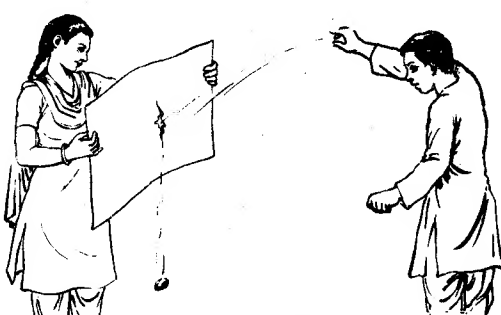
अन्वेषण	अधिक ताकतवर बच्चा कमजोर बच्चे की तुलना में गेंद को अधिक तेजी से और दूर तक क्यों फेंक पाता है ?	आवश्यक सामग्री गेंद
गेंद फेंकने की प्रतियोगिता में भाग लेने के लिए दो बच्चों को बुलाएँ—एक बड़ा और तगड़ा हो और दूसरा काफ़ी छोटा। बड़े बच्चे द्वारा फेंकी गई गेंद की गति भी तेज़ है और दूर भी अधिक जाती है, क्योंकि		वह गेंद को गतिमान करने में अधिक ऊर्जा लगाता है। यह समझने में बच्चों की सहायता करें कि ठोस के अणुओं की गति मंद होती है और उनके पास की दूरी बहुत कम होती है, क्योंकि उनमें ऊर्जा कम होती है।

बच्चों से ऐसे उदाहरण देने के लिए कहें जिनमें गति की द्रुतता का अंतर प्रयुक्त ऊर्जा के अंतर से संबंधित हो। उदाहरण के लिए, गेंद को मंद गति से फेंकने के लिए कम ऊर्जा की आवश्यकता होगी, परंतु गति द्रुत करनी हो तो अधिक ऊर्जा चाहिए।

2 (ख). द्रव के अणु सरक कर दूसरों के पार चले जाते हैं क्योंकि उनमें ठोस के अणुओं की तुलना में अधिक ऊर्जा होती है। फिर भी उनमें इतनी अधिक ऊर्जा नहीं होती कि वे एक-दूसरे से पृथक हो जाएँ।

अणु बहुत छोटे होते हैं। द्रव्य के बहुत छोटे भाग में भी उनकी संख्या बहुत अधिक होती है, जैसे पानी की एक साधारण

बूंद में 1,500,000,000,000,000,000,000 जल-अणु होते हैं।  $=15 \times 10^{20}$  उनमें निरंतर गति होती रहती है और उनके वेग में अंतर रहता है। बच्चे अब समझ सकते हैं कि गतिमान वस्तुएँ यदि तीव्र चाल से गतिशील हों तो उनमें काफी ऊर्जा हो सकती है, मले ही वे कितने भी छोटे क्यों न हों।

अन्वेषण	किसी वस्तु की गति द्रुत हो जाए तो क्या उसमें अधिक ऊर्जा आ जाती है ?	आवश्यक सामग्री पत्थर, कागज़
 <p>चित्र 5-26 क</p>	 <p>चित्र 5-26 ख</p>	<p>चित्र 5-26 क, ख गिराए गए पत्थर की अपेक्षा फेंका गया पत्थर अधिक गतिमान क्षिप्र चाल से गतिमान पत्थर में अधिक ऊर्जा होती है।</p>
<p>कागज़ के एक बड़े टुकड़े पर एक सेंटीमीटर की ऊँचाई से पत्थर का एक छोटा टुकड़ा गिराएँ। पत्थर की ऊँचाई और आकार ऐसा हो कि कागज़ फटने न पाए। अब पत्थर को कागज़ पर बहुत तेज़ी से पटकें।</p> <p>जैसा चित्र 5-26 में दिखाया गया है कागज़ फट जाता है। ऐसा क्यों हुआ ? क्षिप्र चाल से गतिमान वस्तुओं में अधिक ऊर्जा होती है।</p>		

चर्चा करें कि क्षिप्र चाल से बहने वाले पहाड़ी भरने में खड़ा होना क्यों कठिन होता है। बहता पानी भरने में खड़े व्यक्ति से टकराता है और कुछ ऊर्जा उसको स्थानांतरित कर देता है। उसे इस ऊर्जा की गति से संघर्ष करना पड़ता है। मैदानी नदियों के पानी में खड़ा होना सरल है क्योंकि उसके पानी की गति धीमी होती है और उसमें ऊर्जा की मात्रा कम होती है।

## अन्वेषण

खिलौने की बंदूक से निकले तेज रफ्तार से गतिमान कार्क से कागज़ क्यों फट जाता है ?

आवश्यक सामग्री  
खिलौने की बंदूक, कार्क,  
कागज़



चित्र 5-27 क

एक बच्चे से कहें कि वह इतनी ऊँचाई से कागज़ पर कार्क गिराए कि कागज़ फटे नहीं। अब कार्क को खिलौने की बंदूक के मुँह में लगा दें। बंदूक के सामने कागज़ को हाथ से इस तरह सीधा पकड़ा जाए कि जब कार्क उड़ कर आए तो कागज़ से टकराए, जैसा कि



चित्र 5-27 ख

चित्र 5-27 क, ख  
खिलौना-बंदूक से निकले तेज रफ्तार से गतिमान कार्क कागज़ में छेद कर देती है, जबकि कागज़ पर गिराए गए कार्क से ऐसा नहीं होता।

चित्र 5-27 में दिखाया गया है। कागज़ फट जाता है। यह समझने में बच्चों की सहायता कीजिए कि खिलौने की बंदूक से तेज रफ्तार से निकले कार्क में अधिक ऊर्जा है इसलिए उसने कागज़ फाड़ दिया।

धनुष, तीर और कागज़ के प्रयोग से बच्चों को इसी तरह का एक प्रयोग करने में सहायता दें।

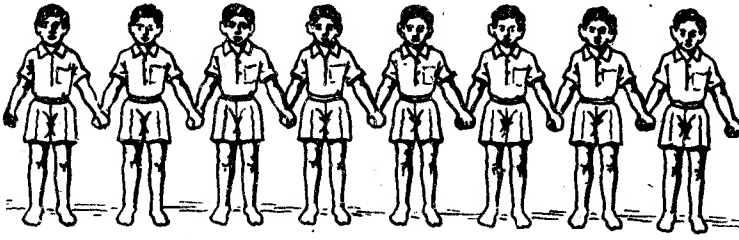
चर्चा करें कि बंदूक से निकल कर द्रुत चाल से उड़ने वाली छोटी-सी गोली में घँसने की बहुत अधिक ऊर्जा क्यों होती है।

इस तरह बच्चे देखते हैं कि गतिमान अणु की ऊर्जा वेग में वृद्धि के साथ-साथ बढ़ती जाती है। सामान्यतः अणुओं की ऊर्जा तापमान की वृद्धि के साथ बढ़ती है। इसलिए तापमान में वृद्धि होने से अणु के वेग में भी वृद्धि होती है।

गैसों की तुलना में द्रवों का आयतन निश्चित होता है। द्रव अणुओं में निहित ऊर्जा के आधार पर इसका स्पष्टीकरण कैसे किया जा सकता है? इस विषय में निम्नलिखित प्रयोग उपयोगी होगा।

#### अन्वेषण

द्रव के अणु अपना स्थान किस तरह बदलते हैं जिससे कि आकृति बदल जाती है लेकिन आयतन नहीं बदलता ?

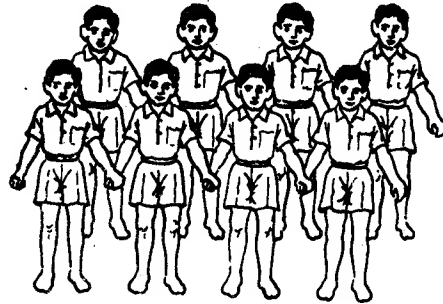


चित्र 5-28 क

जमीन पर आधा मीटर के अंतर से रेखाएँ खींचें। 16 बच्चों को इन रेखाओं के बीच में खड़ा होने के लिए आमंत्रित करें, जैसा चित्र 5-28 में दिखाया गया है। हर बच्चे को अपने पड़ोसी का हाथ पकड़ने दीजिए, लेकिन हर बच्चे में कुछ फासला अवश्य रहे। बच्चों ने खड़ा होने के लिए जितनी जगह घेर रखी है, उसका क्षेत्रफल नाप लीजिए। उनसे कहें कि एक-दूसरे का हाथ छोड़े बिना वे आठ-आठ बच्चों की दो पंक्तियाँ बना लें। बच्चों ने अब जितनी जगह घेर रखी है उसका भी अनुमान लगाएँ। वे पाएँगे कि दोनों क्षेत्रफल लगभग बराबर हैं, जैसा कि रेखाचित्र में दिखाया गया है। अब बच्चों से कहें कि वे चौकोर संरचना में खड़े हो जाएँ। इस स्थिति की तुलना समतल ट्रे के पानी को तंग और फिर उससे तंग गिलासों में डालते जाने की स्थिति से करें। दोनों मामलों में ऊँचाई या गहराई बढ़ती जाती है। यह पता लगाने में बच्चों की सहायता कीजिए कि वे चाहे जिस तरह की संरचना में खड़े हों, हर दशा में वे उतनी ही जगह घेरते हैं। (चित्र 5-25 भी देखिए)।

चित्र 5-28 क, ख

यद्यपि इन बच्चों ने अपनी जगह तथा संरचना बदली है तो भी वे उतनी ही जगह घेरते हैं। द्रव के अणु भी कुछ-कुछ इसी प्रकार अपनी जगह बदलते हैं जिससे आकृति तो बदल जाती है किंतु उनका आयतन नहीं बदलता।



चित्र 5-28 ख

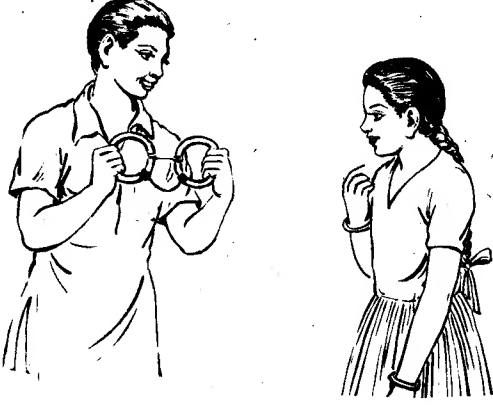
बच्चों से कहिए कि वे रबड़ के गुब्बारे में बालू भरें। दिखाएँ कि गुब्बारा तरह-तरह की आकृतियाँ कैसे ग्रहण कर लेता है। उन्हें अनुभव करने दीजिए कि आकृति में परिवर्तन होते समय बालू के कण सरक कर दूसरों के पास चले जाते हैं। इसी तरह एक गुब्बारे में पानी भरिए। इस गुब्बारे को भी मनचाही आकृतियाँ दी जा सकती हैं।

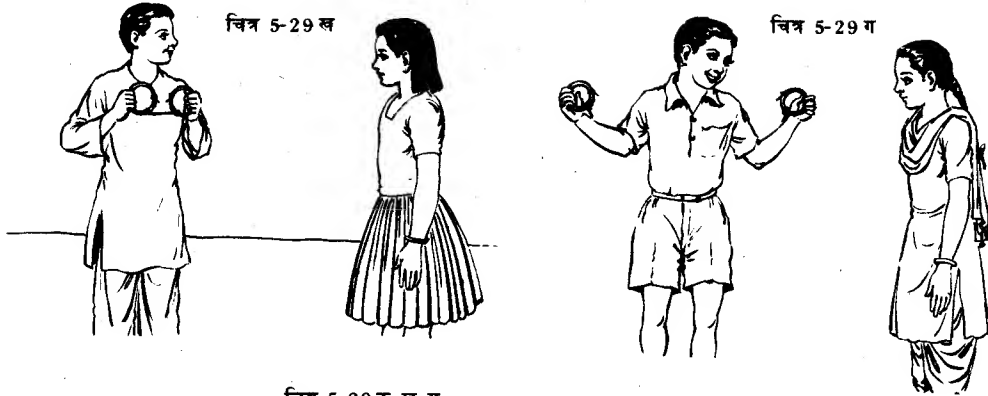
चर्चा करें कि गोलियों का समूह भी आकृति-परिवर्तन के मामले में द्रव की तरह व्यवहार करता है। गोलियाँ भी परस्पर स्थान बदल सकती हैं।

2 (ग). गैस के अणुओं में द्रव के अणुओं की अपेक्षा अधिक ऊर्जा होती है। उन्हें इधर-उधर गतिशील होने की बहुत स्वतंत्रता होती है।

जब पानी गैस में परिवर्तित होता है तो क्या होता है ?  
जिस पानी से वाष्प बनता है उसकी तुलना में वाष्प अधिक

आयतन घेरता है। इसलिए अणुओं के बीच में अधिक स्थान होना ही चाहिए। इसके अतिरिक्त अणु एक-दूसरे के प्रति आकृष्ट नहीं होते। यह समझने में निम्नलिखित प्रयोगों द्वारा बच्चों की सहायता कीजिए :

अन्वेषण	गैस के अणु बेतरतीब ढंग से क्यों गतिशील रहते हैं ?	आवश्यक सामग्री दो चूड़ियाँ, काला धागा, सफेद धागा
 <p style="text-align: center;">चित्र 5-29 क</p>	<p>जैसा चित्र 5-29 में दिखाया गया है, दो चूड़ियों में दो धागे बाँधें—एक सफेद और बारीक तथा दूसरा काला और मजबूत। सफेद धागे की तुलना में काला धागा थोड़ा लंबा रखें। बच्चों से यह कल्पना करने के लिए कहें कि ये दो चूड़ियाँ ठोस के अणुओं का प्रतिनिधित्व कर रही हैं। सफेद धागा तोड़ कर दिखाएँ कि अब ये छल्ले एक-दूसरे से कुछ और दूर जा सकते हैं और इस तरह उन्हें गतिशीलता के लिए अधिक आजादी मिल गई है। बताएँ कि अब उन्हें केवल एक ही धागा संयोजित किए हुए है। जब बर्फ पिघल कर पानी बनती है तब लगभग इसी तरह की स्थिति पैदा होती है।</p>	



चित्र 5-29 क, ख, ग

इन चूड़ियों को दो धागों से बाँधा गया है—एक कमजोर और दूसरा मजबूत। ध्यानपूर्वक यह विचारने से कि चूड़ियों को धागों के टूटने पर किस प्रकार अधिकाधिक गतिशील होने की स्वतंत्रता मिल जाती है, विद्यार्थियों को यह समझने में सहायता मिलेगी कि अधिकाधिक ऊर्जा प्राप्त करने पर किस प्रकार अणु अधिकाधिक स्वतंत्र हो जाते हैं।

अब काला धागा भी तोड़ दें और बच्चों को दिखाएँ कि चूड़ियों की गति उन्हें किसी भी स्थान पर निर्बाध रूप से ले जा सकती है, और अब उन्हें गतिशील होने की पूरी-पूरी आजादी प्राप्त हो गई है। इसका कारण यह है कि उन्हें अब बाँधने या संयोजित करने वाली कोई चीज़ नहीं है। यह समझने में बच्चों की सहायता करें कि जब पानी उबल कर भाप बनता है तब ऐसी ही स्थिति घटित होती है। जब पानी गैस की अवस्था में होता है तो वह बल सक्रिय नहीं रहता जो द्रव जल

के अणुओं को आकर्षित करके उन्हें संयोजित करता है। इसलिए गैस में अणु बेतरतीब ढंग से गतिशील रहते हैं। पानी के अणुओं के लिए भी यह उपमा सही है। यह इस अर्थ में भी सही है कि ठोस के द्रव में परिवर्तित होने के समय उतनी ऊर्जा अवशोषित ही नहीं होती जितनी कि द्रव के गैस में परिवर्तित होते समय अवशोषित होती है। (सफेद की तुलना में काला धागा अधिक मजबूत है)।

गैस की अवस्था में अणुओं का स्पष्ट पृथक्करण हो जाता है; बच्चों को यह समझाने के लिए कोई उपमा दें। उन्हें किसी प्रदर्शन के पहले और बाद में भी भीड़ की अवस्था की कल्पना करने के लिए कहें। प्रदर्शन के पहले लोग व्यवस्थित ढंग से आते हैं। प्रदर्शन के बाद, दर्शक विसर्जित होते हैं और फिर एक-दूसरे से दूर होते जाते हैं।

जब द्रव-जल के अणु वाष्प के अणुओं में परिवर्तित होते हैं तब उसी प्रकार का परिवर्तन होता है जिसकी कल्पना ऊपर के उदाहरण में की गई है। द्रव के अणुओं को संयोजित रखने वाला बल इस तरह काम करता है कि द्रव की आकृति

तो बदल सकती है लेकिन आयतन नहीं। आकर्षण बल को निष्प्रभावित करने के लिए ऊष्मा-ऊर्जा की आवश्यकता होती है। ऊष्मा अवशोषित होने से एक बार ऐसा हो जाता है तो गैस के अणुओं की गति की अधिक आजादी मिल जाती है।

**अच्छी तरह समझने के लिए**

ठोस में आण्विक गति को सीमित करने वाला सबसे महत्वपूर्ण तत्त्व अणुओं का प्रबल आकर्षण-बल है। ठोस के अणुओं में आकर्षण-बल तदनुरूपी द्रव के अणुओं के आकर्षण-बल से कहीं अधिक होता है। जब ठोस पिघलता है तो इस बल का केवल कुछ अंश निष्प्रभावित होता है (सफेद धागे का टूटना इसका प्रतीक है)। द्रवों के अणुओं में आकर्षण-बल इतना क्षीण होता है कि वे एक-दूसरे के पास सरक और खिसक सकते हैं। इसके होते हुए भी उसमें इतनी दृढ़ता होती है कि ये अणुओं का पूरा पृथक्करण नहीं होने देते। (अभी काला धागा नहीं टूटा है)।

इस इकाई के पूर्ववर्ती भाग के कुछ प्रयोगों में बच्चों के सामने बल की व्याख्या करने के लिए मोटे उदाहरणों का सहारा लिया गया है। इन बलों के दृष्टांत देने के लिए डोरी, चाशनी और पक्षियों के पिंजड़ों तक का उपयोग किया गया है।

शिक्षकों को ध्यान रखना चाहिए कि अणुओं के बीच कार्यशील बल अदृश्य हैं। वास्तव में ये बल वैद्युतिक हैं।

वैद्युतिक बलों का स्वभाव एक सरल और सामान्य प्रयोग से दर्शाया जा सकता है। जब प्लास्टिक के कंघे से बाल भाड़े जाते हैं तो उसमें विद्युत का आवेश आ जाता है। कंघे में विद्युत् का ऋणात्मक आवेश और बालों में घनात्मक भाग है। चूँकि विरोधी आवेशों में एक-दूसरे को आकृष्ट करने की क्षमता होती है, इसलिए कंघे और बाल परस्पर चिपकने लगते हैं। वे अदृश्य वैद्युतिक बल के कारण एक-दूसरे को जकड़ने लगते हैं। इसी तरह ठोस पदार्थों के और द्रवों के अणुओं का ऋणात्मक घनात्मक आवेश उन्हें परस्पर जुड़ा कर रखने का प्रयत्न करता है। लेकिन गैसों में अणु इतनी दूर-दूर होते हैं कि विद्युत का अदृश्य बल उन्हें प्रभावित नहीं कर पाता।

चुंबकीय बल और गुरुत्वाकर्षण के बल भी अदृश्य होते हैं। पर अणुओं के बीच का वैद्युतिक बल ही ठोस, द्रव और गैसों के गुण-धर्म निर्धारित करता है।

### 3. तापमान से संबंधित कुछ पर्यवेक्षणों का स्पष्टीकरण गतिमूलक आण्विक सिद्धांत से हो सकता है

“अणु”, “आण्विक ऊर्जाएँ”, “आण्विक गति” और “अणुओं के बीच के स्थान” इन शब्दों में निहित संकल्पनाओं के आधार पर बच्चों के मन में अणु की संरचना का चित्र और उससे संबंधित कल्पनाएँ उभर आई हैं। यहाँ पर बच्चों को तापमान से संबंधित प्रेक्षणों की व्याख्या करने के लिए इन विचारों में काम लेने के लिए उत्साहित किया जाएगा। वे पिछले प्रयोगों से सीख चुके हैं कि जब किसी द्रव्य का तापमान बढ़ाया जाता है तो आण्विक ऊर्जा बढ़ जाती है। जब अणु में ऊर्जा बढ़ जाती है तो गति द्रुत हो जाती है और वह अपने पड़ोसी अणुओं

से अधिक जोर से टकराता है। इस तरह अणुओं के बीच में जगह बढ़ जाती है।

#### 3 (क). रंजक ठंडे पानी की तुलना में गर्म पानी में अधिक तीव्रता से विकसित होते हैं

सामान्यतः लोगों को मालूम है कि रंजक पानी में विलीन और विसरित होते हैं। लेकिन केवल कुछ ही लोगों ने गौर किया होगा कि रंजक गर्म पानी में अधिक क्षिप्रता से विसरित होते हैं। निम्नलिखित प्रयोग बच्चों को इस प्रेक्षण की व्याख्या करने के लिए उत्साहित करेगा :

अन्वेक्षण	गर्म पानी में रंजकों के क्षिप्र विसरण की क्या व्याख्या हो सकती है ?	आवश्यक सामग्री काँच के दो जग, कपड़ा, धागा, रंजक
<p>लगभग समान आकार के काँच के दो पात्र लें। एक में ठंडा और दूसरे में गर्म पानी भरें। प्रत्येक बर्तन के मुँह पर घने बुने कपड़े का टुकड़ा रबड़ के छल्ले या धागे की सहायता से, जैसा चित्र 5-30 में दिखाया</p>		



गया है, कस कर बाँधें। कपड़ा इस तरह बाँधे कि वह बीच में झुका हो, लेकिन पानी की सतह से ऊपर ही रहे। किसी रंजक के 4 रवे दोनों कपड़ों के बीचोंबीच रखें। कपड़ा थोड़ा दबाएँ जिससे कि वह पानी को छू जाए। बच्चों से प्रेक्षण करने के लिए और जो कुछ देखें उसका वर्णन करने के लिए कहें। चर्चा करें कि रंजक गर्म पानी में क्यों विसरित हो जाता है। यह समझने में बच्चों की सहायता करें कि गर्म पानी के अणुओं में अधिक ऊर्जा है इसलिए उनकी गति में क्षिप्रता है। जल की क्षिप्रता गति के कारण विसरण जल्द होने में सहायता मिलती है।



चित्र 5-30

रंजक ठंडे पानी की तुलना में गर्म पानी में अधिक तीव्रता से विसरित होते हैं।

चर्चा करें कि घर पर शीतल शरबत बनाने के लिए अच्छा यह होता है कि पानी में चीनी पहले घोल ली जाए और तब उसमें बर्फ मिलाई जाए, बजाए इसके कि पहले बर्फ मिलाई जाए और तब चीनी घोली जाए। (पानी जितना गर्म होगा, चीनी उतनी ही जल्दी घुलेगी।)

### 3 (ख). द्रव और ठोस (द्रव) गर्म करने पर फैलते हैं

तापन से हर द्रव्य में प्रसरण होता है। इसका कारण यह है कि तापन से अणुओं की ऊर्जा बढ़ जाती है और उनकी गति में क्षिप्रता आ जाती है। उच्चतर तापमान पर वे परस्पर अधिक जोर से टकराते हैं इसलिए अणुओं के बीच में स्थान

बढ़ जाता है। इन जगहों की वृद्धि द्रव्य के प्रसरण के रूप में प्रदर्शित होती है। लेकिन ठोसों की तुलना में द्रव अधिक प्रसरित होते हैं। द्रव्य की आण्विक संरचना के आधार पर इसकी व्याख्या कैसे हो सकती है? इस संबंध में निम्नलिखित प्रयोग उपयोगी होंगे:

अन्वेषण	क्या तपाने पर बर्तन और द्रव दोनों में प्रसार होता है ?	आवश्यक सामग्री छेद वाला कार्ड, काँच की नली, गर्म पानी भरा पात्र, रोशनाई
<p>चित्र 5-31 की तरह एक बोतल में एक डाट और काँच की नली लगवाएँ। बोतल में रोशनाई पड़ा रंगीन पानी इतना भरें कि नली में कुछ ऊँचाई तक पानी आ जाए। बोतल को गर्म पानी में डुबाएँ। बच्चों को यह गौर करने में सहायक बनिए कि नली में पानी का स्तर पहले गिरता है लेकिन शीघ्र ही ऊपर चढ़ कर</p> <p>आरंभिक स्तर से भी ऊँचा उठ जाता है। बच्चों से चर्चा करें कि, जैसा रेखाचित्र में दिखाया गया है, स्तर में पहले गिरावट इसलिए आई कि बोतल का काँच पहले प्रसरित हो गया। शीघ्र ही काँच की बोतल के भीतर का पानी भी गर्म हो गया और प्रसरित होने लगा। चूँकि काँच के प्रसरण की तुलना में पानी</p>		

का प्रसरण अधिक है इसलिए जब पानी गर्म हो जाता है तो बोतल के भीतर के पानी का स्तर उठ जाता है।

चित्र 5-31 क, ख, ग

बोतल को गर्म पानी के बर्तन में डालने पर पहले बोतल के काँच का प्रसार होता है और नली में पानी का स्तर गिर जाता है। कुछ समय पश्चात् बोतल के अंदर का पानी भी गर्म हो जाता है और उसका प्रसार होता है। तब नली में पानी का स्तर भी बढ़ता है।



चित्र 5-31 क



चित्र 5-31 ख



चित्र 5-31 ग

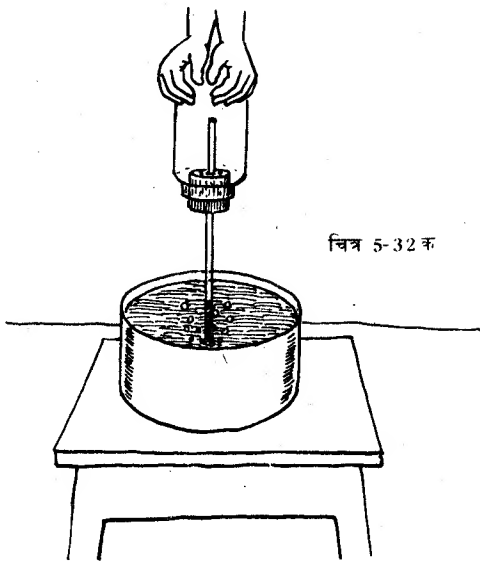
बच्चों से चर्चा करें कि उपरोक्त सिद्धांत तापमापी (थर्मामीटर) की कार्यविधि पर कैसे लागू होता है।

3 (ग). गैसों गर्म करने पर फैलती हैं। उनका फैलाव ठोस और द्रवों में अधिक होता है

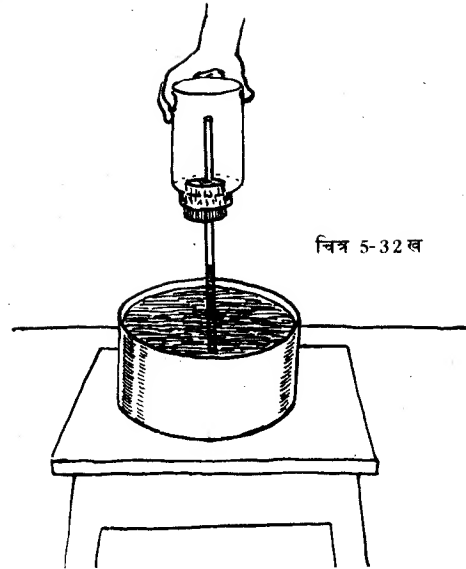
गर्म करने पर द्रवों और ठोसों के मुकाबले गैसों में बहुत अधिक प्रसरण होता है। सामान्य अनुभव है कि ग्रीष्म ऋतु के महीनों की तेज़ गर्मी के दिनों में गर्म सड़कों पर दौड़ने वाली गाड़ियों आदि के टायरों का स्फोटन हो जाता है। कारण यह है कि टायर के भीतर की हवा बहुत अधिक गर्म हो जाती है।

हवा गैस होने के कारण बहुत प्रसरित होती है। तपने पर ठोस टायर भी गर्म होकर प्रसरित होता है, लेकिन यह प्रसरण हवा के प्रसरण से बहुत कम होता है। इस प्रकार तप्त हवा दबाव उत्पन्न करती है जो टायर को फोड़ देता है। तपने पर गैसों में होने वाले अत्यधिक प्रसार को समझने में बच्चों की सहायता करने के लिए निम्नलिखित प्रयोगों का सहारा लिया जा सकता है :

अन्वेषण	तपाने पर गैसों में कितना प्रसार होता है ?	आवश्यक सामग्री काँच की बोतल, छेदयुक्त डाट, काँच की नली, काँच का जार, रंगीन पानी
<p>एक छेद वाली डाट लगा कर एक बोतल तैयार करें। छेद में काँच की नली घुसाएँ। जोड़ पर पिघला</p>		



चित्र 5-32 क



चित्र 5-32 ख

चित्र 5-32 क, ख  
बोतल के अंदर की हवा को गर्म करने पर हवा प्रसरित होती है। ठंडी होने पर हवा सिकुड़ती है।

मोम लगा कर हवा का रास्ता बंद कर दें। जैसा चित्र 5-32 में दिखाया गया है, काँच के रंगीन पानी से भरे जार में बोतल रखें। काँच की बोतल को हथेलियों से जकड़ कर गर्म करें। यह गौर करने में बच्चों की सहायता कीजिए कि हवा के बुलबुले उठने लगे हैं, क्योंकि गर्म होने से हवा प्रसरित हो गई है। कुछ समय

हाथ हटा लें और बोतल को ठंडा होने दें। नली में रंगीन पानी चढ़ जाएगा। बच्चों से चर्चा करें कि चित्र 5-31 के पिछले प्रयोग में पानी (द्रव) का प्रसरण कैसे कम था जबकि इस प्रयोग में गैस का प्रसरण कहीं अधिक रहा है।

बच्चों से आग के ऊपर फूले हुए गुब्बारे इस तरह लटकाने के लिए कहें कि गुब्बारों में आग न लग सके। उनसे अपने प्रेक्षणों का स्पष्टीकरण करने के लिए कहें (क्योंकि बच्चे पाएँगे कि गुब्बारे फट गए हैं)। इस प्रेक्षण को गर्मियों में गाड़ियों के टायर फटने से संबद्ध करें।

बच्चों से चर्चा करें कि थोड़ा-सा पानी उबाला जाए तो भी जो वाष्प पैदा होती है वह बर्तन के भीतर समूची जगह क्यों भर देती है। तप्त जल या धातु के बर्तन की तुलना में वाष्प में अधिक प्रसरण होता है। यह समझने में बच्चों की सहायता करें कि गैस के अणुओं में आकर्षण का बल क्रियाशील नहीं होता।

**अच्छी तरह समझने के लिए**

जब गैस तपाई जाती है तो उसके अणुओं की ऊर्जा बढ़ जाती है और वे परस्पर जोर से टकराते हैं। चूँकि उनमें परस्पर आकर्षण नहीं होता, वे अपेक्षतया आसानी से पृथक् हो जाते हैं। उनकी गति बढ़ती ही चली जाती है। ज्यों-ज्यों

तप्त किया जाए वे एक-दूसरे से दूर होते चले जाते हैं। द्रवों के अणुओं में पर्याप्त आकर्षण-बल होता है। इसलिए तापन उन्हें इतना पृथक् नहीं करता। ठोस के अणुओं में आकर्षण-बल और भी अधिक होता है। इसलिए अधिक ऊर्जा प्राप्त कर लेने पर भी वे और भी कम पृथक् होते हैं। अतः ठोस को गर्म करने पर उसका प्रसरण सब से कम होता है।

**वैज्ञानिकों की कार्यविधि****बेंजमिन टॉमसन, और आण्विक गति की संकल्पना**

कुछ ऐसे शब्द हैं जिनसे घनिष्ठ परिचय होता है, फिर भी उन्हें परिभाषित करना बहुत कठिन होता है। कुछ भी हो, परिभाषाओं से बचा नहीं जा सकता। “ऊष्मा क्या है?” इस प्रश्न में निहित समस्या परिभाषा की है।

लगभग दो सौ साल पहले ऊष्मा को एक ऐसा तरल माना जाता था जो गर्म पिंड से ठंडे पिंड की ओर प्रवाहित होता है और जिसको कैलोरी का नाम दिया गया था। यह तरल भारहीन माना जाता था, क्योंकि ऊष्मा के आगमन व बहिर्गमन से पिंड के भार में वृद्धि या ह्रास नहीं होता था।

बेंजमिन टॉमसन ने कुछ महत्वपूर्ण प्रेक्षण किए जिनसे पड़ताल का एक ऐसा सिलसिला शुरू हुआ कि ऊष्मा के स्वरूप के बारे में एक नई संकल्पना विकसित हो गई। अब आप को यह जानने में दिलचस्पी हो सकती है कि बेंजमिन टॉमसन कौन था और उसके क्रांतिकारी प्रेक्षण क्या थे।

बेंजमिन टॉमसन अमेरिका के एक छोटे कस्बे में पैदा हुआ और बड़ा हुआ। वह बहुत प्रखर बुद्धि का और जिज्ञासु विद्यार्थी था। 1775 में अमेरिका के स्वाधीनता संग्राम में उसने अंग्रेजों का साथ दिया था। वह इंग्लैंड चला गया, जहाँ एक महत्वपूर्ण सरकारी पद पर उसकी नियुक्ति हो गई। 1783 में वह जर्मनी गया। वह पंद्रह वर्ष तक वहाँ रहा और एक ऐसे कारखाने में पर्यवेक्षक (सुपरवाइजर) के पद पर रहा जहाँ पीतल की तोपें बनती थीं। अपने पद की जिम्मेदारियाँ

निभाने के अतिरिक्त उसने बहुत-से वैज्ञानिक प्रयोग भी किए। इनमें सबसे महत्वपूर्ण ऊष्मा की प्रकृति के बारे में है।

बेंजमिन टॉमसन, तब काउंट रमफोर्ड के नाम से जाना जाने लगा था। वह जर्मनी के शस्त्रागार में कारीगरों द्वारा पीतल की तोपों के वेधन-कार्य का पर्यवेक्षण कर रहा था। संयोगवश एक कारीगर का खुला हाथ तोप पर पड़ गया। टॉमसन ने देखा कि कारीगर के हाथ पर छाला पड़ गया। जब वेधन के समय निकले पीतल के टुकड़ों को पानी में डाला गया तो पानी उबलने लगा।

टॉमसन ने तर्क करना प्रारंभ किया कि यदि ऊष्मा को तरल मानने का सिद्धांत सही है तो फिर इस उदाहरण में ऊष्मा का स्रोत क्या हो सकता है? जब उसने और प्रयोग किए तो उसने पाया कि वस्तुओं को घर्षण के विरुद्ध बराबर घुमाते रहने से ऊष्मा किसी भी मात्रा में प्राप्त की जा सकती है।

टॉमसन को लोगों के इस विश्वास पर शंका होने लगी कि ऊष्मा गर्म पिण्ड से ठंडे पिण्ड की ओर प्रवाहित होने वाला तरल है चूँकि प्रकट रूप में ऊष्मा गति से पैदा होता था, इसलिए उसका सुझाव था कि पिण्डों के भीतर छोटे-छोटे कणों में गति होती रहती है। तोप में वेधन के समय की गति इन छोटे-छोटे कणों की गति को इस तरह प्रभावित करती है कि तोप गर्म हो जाती है। इन छोटे-छोटे कणों को बाद में अणु की संज्ञा दी गई। टॉमसन के अनुसार ऊष्मा अणुओं

की सहचारी ऊर्जा है।

बेंजमिन टॉमसन साहसी व्यक्ति था, क्योंकि उसने अपने प्रेक्षणों के आधार पर इस स्थापित विचार की अवहेलना कर दी कि ऊष्मा तरल है। उसकी कल्पना-शक्ति भी उत्तम थी क्योंकि उसने एक बेहतर और

अधिक सुकर वैकल्पिक सिद्धांत प्रतिपादित किया।

कुछ समय बाद तरल के रूप में ऊष्मा की कल्पना छोड़ दी गई। लेकिन परंपरा आसानी से नहीं मरती और हम आज भी एक से दूसरे स्थान तक ऊष्मा “प्रवाह” की बात कहते हैं।

## मकान और वस्त्र

### पहली कक्षा

#### सामान्य दृष्टि

घर का मुख सभी बच्चों के अनुभव-जगत का अंग होता है। जो बच्चे पहली बार स्कूल जाते हैं उनमें से कुछ का घर के प्रति ज़बर्दस्त लगाव होता है। ऐसे बच्चों को घर से अलग रखने के लिए बहुत अधिक प्रयत्न करना पड़ता है। इस समस्या का सामना करने के लिए शिशु-पाठशालाओं को तरह-तरह के तरीके अपनाने पड़ते हैं।

घर से लगाव बच्चे का व्यक्तिगत अनुभव होता है। फिर भी संभव है कि वह यह अनुभव न करे कि अन्य बच्चों को भी अपने घर से उतना ही प्रेम होता है जितना कि उसे है। अपना मकान देख कर बच्चे के मन में जो भाव उठते हैं वे भाव पड़ोसी का मकान देख कर क्यों नहीं उठते? इसका कारण यह है कि उसके मकान में उसका अपना घर होता है।

मकान और घर में क्या अंतर है? आराम और आश्रय की अनुभूति घर की कल्पना से घनिष्ठ रूप से जुड़ी हुई है। घर में माता, पिता, भाइयों और बहनों से आत्मीयता और स्नेह मिलता है। जिस भौतिक वातावरण में बच्चा रहता है उसके अतिरिक्त घर में और बहुत-सी बातें होती हैं।

बच्चे को जन्म से ही संरक्षण और आश्रय की आवश्यकता होती है। जब वह भूखा होता है तो दूध के लिए रोता है, और तब माँ उसे दूध देती है। इसका परिणाम होता है लगाव, जिससे उसे माँ की उपस्थिति में सुख मिलता है। सामान्य परिस्थितियों में माँ की उपस्थिति की कामना धीरे-धीरे घर की चहारदीवारी के भीतर घिरे तात्कालिक सामाजिक वातावरण के प्रति अनुरक्ति में बदल जाती है। घर की कल्पना में परिवार के सामाजिक वातावरण की यह अनुभूति भी शामिल होती है। मकान वह स्थान है जहाँ परिवार के सदस्य

रहते हैं। गिरे मकान में सामाजिक वातावरण की कोई कल्पना निहित नहीं होती। जब एक मकान के अलग-अलग हिस्सों में कई परिवार रहते हैं तो कहा जा सकता है कि उसमें कई घर हैं।

बच्चे को अपना मकान इसलिए बहुत अच्छा लगता है कि उसमें उसके माता-पिता, भाई और बहन रहते हैं। इसके अलावा वह उसे इसलिए भी पसंद करता है कि वहाँ उसकी बहुत-सी भौतिक आवश्यकताएँ पूरी होती हैं। ग्रीष्म ऋतु की भुलसा देने वाली गर्मी या शीत ऋतु की तीर जैसी लगने वाली हवा से बचाव के लिए उसे आश्रय चाहिए। यह उसे अपने मकान में मिलता है।

मकान भौतिक आवश्यकताओं की पूर्ति किस तरह करता है, यह इस इकाई में कक्षा 1 के स्तर पर तीन उप-संकल्पनाओं के अंतर्गत समझाया गया है। मकान आश्रय, सुख और संग्रह के लिए स्थान देता है। मकान की चहारदीवारी, छत, दरवाजे और खिड़कियाँ उसके घर के उसी तरह के भाग हैं जिस तरह कि परिवार के सदस्य हैं। इससे उसे बाद में यह समझने में सहायता मिलेगी कि परिवार के सदस्य वे ही रहे तो भी मकान में भौतिक आवश्यकताओं और सुविधाओं की व्यवस्था के अनुरूप घर का वातावरण बदल जाता है।

बच्चों के स्वस्थ विकास के लिए घर का वातावरण मिले, इसके लिए आवश्यक है कि भारत में मकान बनाने का व्यापक आंदोलन चलाया जाए। बच्चों को कहानियों और चुटकुलों के द्वारा इस बात की अनुभूति कराई जाए न कि औपचारिक सूचना के रूप में यह बता कर छुट्टी ली जाए।

### 1. मनुष्य अपने आवास के लिए मकान बनाता है

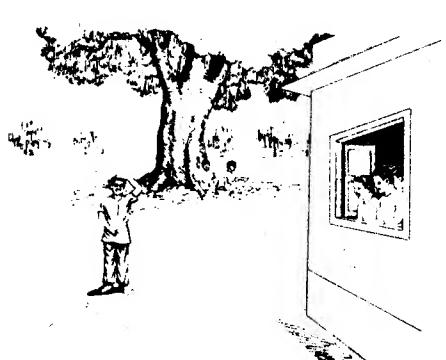
बच्चे का सबसे पहले घर के वातावरण से संबंध होता है। उसमें उसे सुख, आश्रय और अपनापन मिलता है। बच्चे के मन में यह बात बिठा देनी चाहिए कि स्वस्थ जीवन के लिए अच्छे मकान का होना बहुत जरूरी है। इसलिए मकान अच्छा बना हुआ होना चाहिए। उसे मालूम होना चाहिए कि अच्छा बना मकान न केवल गर्मी, हवा और वर्षा दूर रखता है, वरन् शत्रुओं से भी रक्षा करता है।

1 (क). मकान हवा, धूप, वर्षा, सर्दी और शत्रुओं से सुरक्षा

करता है

बच्चे घरों में रहते हैं। वे जानते हैं कि जब कुत्ता भौंके या पानी की झड़ी लग जाए तो भाग कर कहाँ जाना चाहिए। फिर भी संभव है कि मकान जानवरों और मौसम से रक्षा करता है, यह विचार उनके मन में स्पष्ट रूप से न उमरा हो। संभव है कि इस संकल्पना की जानकारी न होते हुए भी वे उससे काम लेते हों। निम्नलिखित कार्यों से उन्हें इस विचार के प्रति सचेत किया जाए :

चर्चा	मकान हमारी रक्षा कैसे करता है ?
<p>इस प्रकार के प्रश्न उठा कर बच्चों से चर्चा करें : आप कहाँ रहते हैं ? आपको रहने के लिए मकान की आवश्यकता क्यों होती है ? जब कोई कुत्ता या दुष्ट लड़का आपको खदेड़ता है तो आप भाग कर कहाँ जाते हैं ? गर्मियों में दिन के समय क्या आप घर के भीतर रहना चाहेंगे या बाहर ? जब बाहर</p>	<p>आँधी चल रही हो तो आप घर के भीतर अपनी रक्षा के लिए क्या उपाय करेंगे ? आप शत्रुओं और डाकुओं से अपनी और अपनी चीजों की रक्षा कैसे करते हैं ? इन प्रश्नों के उत्तरों के द्वारा बच्चों को यह अनुभव करने में सहायता दीजिए कि मकान हवा, धूप, सर्दी और दुश्मनों से रक्षा के लिए आश्रय देता है।</p>

अन्वेषण	मुझे कहाँ सुख मिल सकता है—धूप में या कमरे में ?
<p>गर्मियों में एक या दो छात्रों को, जो धूप में खड़े होने के लिए तैयार हों, इतनी देर तक धूप में खड़ा कीजिए कि उन्हें धूप कष्टकर लगने लगे। अब उन्हें कक्षा के भीतर ले जाएँ। बच्चों से पूछें कि गर्मियों में दिन के समय बाहर धूप में सुख मिलता है, या कक्षा में जहाँ वे धूप से बचे रहते हैं। (देखिए चित्र 6-1)।</p>	

चित्र 6-1

जब कि बाहर झुलसाती हुई तेज़ धूप हो, हमें कमरे के अंदर अधिक सुख मिलता है।

वर्षा के दिन भी कुछ बच्चों को वैसा ही अनुभव कराइए जैसा कि ऊपर कराया गया है। बच्चों को मुझाएँ कि वे अपनी बस्ती के तरह-तरह के मकानों को गौर से देखें और प्रेक्षण करें कि वे किस प्रकार धूप, हवा, पानी और दुश्मनों तथा डाकुओं से अपने निवासियों की रक्षा करते हैं।

बच्चों से कहें कि वे भोंपड़ियों, तंबुओं और ईट या पत्थर के मकानों के चित्र इकट्ठा करें।

### 1 (ख). मकान सुख और सुविधा देता है •

प्रारंभ में जब मनुष्य मकान बनाना नहीं जानता था, तब वह सदीं पडने पर ठिठुरता था और पानी बरसने पर भीग जाता था। इसलिए वह रक्षा और सुख के लिए शिकार करता था और प्रायः गुफाओं में शरण लेता था। गुफा किसी हद तक वर्षा और सूदीं से रक्षा करती थी। आग जला कर

उमे गर्म भी किया जा संकता था। गुफा में सोने की जगह भी मिल सकती थी, लेकिन वह जगह आरामदेह नहीं होती थी। लेकिन जब से लोग मकान बनाने लगे तब से उसे अधिक-से-अधिक सुखकर बनाने का प्रयत्न होता रहा। यह बात निम्न-लिखित क्रियाओं से बहुत अच्छी तरह समझाई जा सकती है :

चर्चा	मकान हमें किस तरह सुख और सुविधाएँ प्रदान करता है ?
इस प्रकार के प्रश्नों द्वारा बच्चों का मन चर्चा में लगाइए : आप कहाँ स्नान करना या कपड़े बदलना चाहेंगे—बाहर खुले में या कमरे के भीतर ? आप मकान के भीतर विश्राम करना या सोना क्यों पसंद	करते हैं, सड़क पर या खेतों में क्यों नहीं ? जब आप प्यासे या भूखें हों तो मकान से दूर होना आपको क्यों असुविधाजनक लगता है ?

जानवरों के घर होते हैं या नहीं और होने हैं तो किस तरह के, इस पर चर्चा करने के लिए बच्चों को प्रोत्साहन दीजिए। उनसे ऐसे जानवरों के उदाहरण बताने के लिए कहिए जो सुरक्षा के लिए या सुख और सुविधा के लिए घर बना कर रहते हैं। बच्चों को इस विषय की चर्चा में भाग लेने के लिए प्रोत्साहित कीजिए। बच्चों से अपने-अपने घरों की पाँच ऐसी चीजों के नाम बताने के लिए कहें जो सुख और सुविधा प्रदान करती हैं।

### 1 (ग). मकान घरेलू सामान के संग्रह के लिए स्थान प्रदान करता है

यह सामान्य अनुभव की बात है कि दैनिक प्रयोग की वस्तुओं और मूल्यवान वस्तुओं को मकान में रख कर और ताला

लगा कर सुरक्षित अनुभव किया जाता है। घर में बहुत-सी चीजों की आवश्यकता पड़ती है, लेकिन उन सबका एक साथ उपयोग नहीं किया जाता इसलिए जो चीजें दैनिक प्रयोग में नहीं आतीं उन्हें भंडार-गृह में रख दिया जाता है। आवश्यक



कपड़े संदूक में बंद करके अलग रख दिए जाते हैं। कभी-कभी खाद्य पदार्थ या अन्य आवश्यक वस्तुओं का भी भविष्य में उपयोग करने के लिए संग्रह किया जाता है। इस तरह मकान

घर-गृहस्थी की चीजों के लिए सुरक्षित स्थान होता है। नीचे मुभाई गई क्रियाएँ बच्चों को यह बात भली-भाँति समझने में मदद करेंगी।

चर्चा	मकान किस तरह भंडार का काम देते हैं ?
बच्चों से पूछिए कि उनकी माताएँ गेहूँ, चावल, दाल और रसोई की अन्य चीजों का संग्रह कहाँ करती हैं। माताएँ भविष्य में उपयोग के लिए बढ़िया कपड़े संजोकर कहाँ रखती हैं ? ईंधन कहाँ संग्रह किया	जाता है ? यह समझने में बच्चों की मदद कीजिए कि घर-गृहस्थी की बहुत-सी चीजें मकान में ही संचित की जाती हैं।

बच्चों से पूछें कि वे अपने खिलौनों और गुड़ु-गुड़ियों के संग्रह का संचयन कहाँ करना चाहेंगे।

बच्चों से यह चर्चा कराएँ कि सामान के संग्रह की दृष्टि से गोदाम और मकान में क्या अंतर है (गोदाम सुरक्षित अवश्य होना चाहिए, लेकिन उसमें बहुत कम दरवाजों और खिड़कियों की आवश्यकता होती है)।

जब मकान बनता होता है तब आदमी सीमेंट को कमरे के भीतर रखता है, लेकिन लोहे की भारी गाटरों (शहतीरों) और बालू को बाहर ही छोड़ देता है। बच्चों से चर्चा कीजिए कि भारी और अपेक्षाकृत कम कीमती सामान को मकान के भीतर रखने की आवश्यकता क्यों नहीं होती। (इन चीजों को उठा ले जाने में खर्च अधिक बैठता है, इसलिए उनकी चोरी की संभावना नहीं के बराबर होती है)।

वैज्ञानिकों की कार्यविधि	प्राचीन मानव बेहतर मकान बनाने लगा
अपने को किसी और रूप में देखने में सदा मजा आता है। इसीलिए नाटक इतने रुचिकर होते हैं। आइए, कल्पना करें कि हम प्रागैतिहासिक काल के एक परिवार के सदस्य हैं और रात में शेर की दहाड़ से हमारी नींद टूट गई है। हमारा परिवार एक गुफा में रहता है। मौसम की	विषमता से बचाव के लिए हमने केवल गुफाओं में आश्रय लेना सीखा है। आग अभी-अभी बुझ गई है। अग्नि और उसके प्रकाश के लिए हमारे परिवार को तब तक प्रतीक्षा करनी पड़ेगी जब तक बिजली गिरने से दूसरा पेड़ जल नहीं उठता। कृत्रिम रूप से आग जलाने की विधि अभी तक ईजाद नहीं हुई है।

गुफा में अँधेरा और नमी है। उसका फर्श चौरस नहीं है। जहाँ-तहाँ पत्थर पड़े हैं। एक पत्थर गुफा का मुँह बंद करने के लिए है। यह आज कल के दरवाजे का अग्रदूत है। अन्य नोकदार पत्थरों का जानवरों को मारने के लिए उपयोग किया जा सकता है।

हजारों साल पहले हमारे पूर्वज इसी तरह रहते रहे होंगे। जैसे-जैसे समय बीतता गया मनुष्य ने अपनी आवश्यकताएँ पूरी करने के लिए बहुत-सी चीज़ों का आविष्कार किया। उसने धार वाले पत्थरों से पेड़ गिराना सीखा। उसने आग जलाना सीखा और तरह-तरह के कामों के लिए उसका उपयोग करना शुरू किया। फिर धातुओं की खोज हुई और हमारे पुरखों ने उनका प्रयोग करना सीखा।

निवास की दृष्टि से गुफा बहुत असुविधाजनक स्थान था। इसके अतिरिक्त सभी जगह गुफाएँ थीं भी नहीं। कभी-कभी आदमी को दूर-दूर ऐसे स्थानों को जाना पड़ता था जहाँ गुफाएँ नहीं होती थीं। तब उसे आश्रय बनाने की आवश्यकता मालूम होने लगी।

आवश्यकता का अनुभव किसी भी अनुसंधान की पहली सीढ़ी है। उसके बाद अनुसंधान के लिए आवश्यक सामग्री का होना आवश्यक है। तीसरी आवश्यक बात है ऐसी जानकारी जो पृष्ठभूमि का काम करे। जब मनुष्य ने खेती करना सीख लिया और खेती का रिवाज शुरू हो जाने पर उसने एक तरह से समुदाय बना कर रहना शुरू किया तो मकान बनाने की आवश्यकता और भी अधिक अनुभव की जाने लगी। संभवतः पहले-पहल भोंपड़ियाँ इसी आवश्यकता की

पूर्ति के लिए बनाई गई होंगी। भोंपड़ियाँ या तो समतल पर बनीं या मिट्टी के चबूतरों पर बनाई गईं जिससे कि उनकी ऊँचाई अधिक हो। घूप में सुखाई गई मिट्टी की ईंटों का उपयोग किया गया। भोंपड़ी की दीवारों पर आस-पास उपलब्ध सामग्री की छत रखी गई। छत के लिए जानवरों की खाल, पत्तियों या पेड़ की छाल के छप्परों का उपयोग हुआ।

जैसे-जैसे गाँव बड़े होकर नगरों और नगर राज्यों का रूप लेते गए तैसे-तैसे मनुष्य को और भी अच्छे मकान बनाने की प्रेरणा मिलती गई। उसने खोज की और ज्ञात किया कि भट्टे में पकी ईंट मजबूत और टिकाऊ होती हैं। पत्थरों, मिट्टी, लकड़ी और वनस्पतियों से प्राप्त रंजकों के इस्तेमाल का अब उसे इतना अच्छा अनुभव हो गया कि वह अधिक अच्छे मकान बनाने लगा।

भोंपड़ी से ईंट के मकान बनाने और फिर आजकल की ऊँची इमारतें—गगनचुंबी इमारतें बनाने की कहानी वही एक है। आदमी को आवश्यकता अनुभव होती है और तब वह अपने वातावरण से उपलब्ध सामग्री का उपयोग करता है। कुछ भी हो, सबसे बड़ा कदम तभी उठा लिया गया था जब मनुष्य ने अपने वातावरण के आगे घुटने न टेक कर गुफा में रहना प्रारंभ किया था। जिस दिन मनुष्य ने गुफा छोड़ दी और आस-पास से उपलब्ध सामग्री का उपयोग करके पहली भोंपड़ी बनाई वह दिन मनुष्य के इतिहास में सचमुच महान दिन था।

# मकान और वस्त्र

## दूसरी कक्षा

### सामान्य दृष्टि

आश्रय, सुख और संचय के लिए स्थान प्रदान करने में मकान का जो महत्व होता है बच्चे उसकी खोज कक्षा 1 में कर चुके हैं। प्रत्येक मकान के प्रमुख उद्देश्य यद्यपि प्रायः सदा एक-जैसे होते हैं फिर भी इन उद्देश्यों की पूर्ति के अनेकानेक रास्ते हो सकते हैं। इस इकाई में जिस महत्व के विचार पर चर्चा की गई है वह यह है कि मनुष्यों को आश्रय देने का उद्देश्य विभिन्न तरीकों से पूरा किया जा सकता है।

विविधता की खोज करने के लिए असामान्य बुद्धि की आवश्यकता नहीं है। आवश्यकता केवल इस बात की है कि बच्चे को अपने वातावरण का प्रेक्षक बनने में सहायता दी जाए। इस कक्षा के स्तर का बच्चा वर्तमान इकाई के प्रयोगों में मुभाए गए प्रेक्षणों को सरलता से कर सकता है। किसी भी बस्ती के मकानों पर सरसरी नजर डालें तो मालूम होगा कि मकानों की छतों में, मकानों की आकृतियों में और उनमें लगी सामग्रियों में विविधता है। जब अस्थायी मकान खड़े किए जा रहे होते हैं तब यह देख सकना आसान होता है कि उनमें और स्थायी मकानों में अंतर है।

मनुष्य को अपने पर्यावरण की स्थितियों का बराबर सामना करना पड़ता है। वह इन स्थितियों का सामना दो प्रकार से कर सकता है। या तो वह अपने पर्यावरण को अपरिवर्तनीय मानकर उसके सामने घुटने टेक दे या फिर अपनी

आवश्यकताओं और इच्छाओं के अनुसार उसमें परिवर्तन का प्रयत्न करे। पर्यावरण के प्रति इन दो तरह की प्रतिक्रियाओं में से पर्यावरण को अपने अनुकूल बनाने की चेष्टा आधुनिक मकानों के विकास का आधार रही है।

प्रकृति पर विजय पाने के लिए मनुष्य मकान का निर्माण करता है। जहाँ वह रहता है वहाँ यदि वर्षा अधिक होती है तो मकानों की छतें ढलवाँ बनाता है। यदि मौसम बहुत गर्म या ठंडा है तो वह मकान के नमूने में आवश्यक परिवर्तन करता है, जिससे कि प्राकृतिक कठिनाइयों से पार पाया जा सके। नमूने में विविधता आंशिक रूप में प्रकृति को अपनी आवश्यकताओं के अनुरूप ढालने के प्रयत्न का परिणाम है। वह एक विशेष नमूने का मकान इसलिए बनाता है कि वह वातावरण की कठोरता के बावजूद सुरक्षित और सुखमय जीवन बिताना चाहता है।

मनुष्य के प्रकृति पर विजयी होते जाने के रूप में सम्यता का इतिहास मकानों के नमूनों में और सुविधा की सामग्री जुटाने में प्रतिबिम्बित होता है। इस कक्षा के स्तर पर छात्रों का इस विचार से भी परिचय कराया जाए। 'विविधता' और 'समंजन' इस इकाई के दो बड़े विचार हैं और 'प्रेक्षण' अध्ययन की मुख्य विधि है।

### 1. मकान विभिन्न प्रकार के बने होते हैं

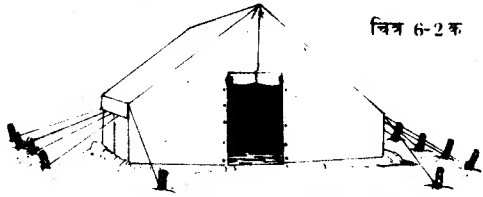

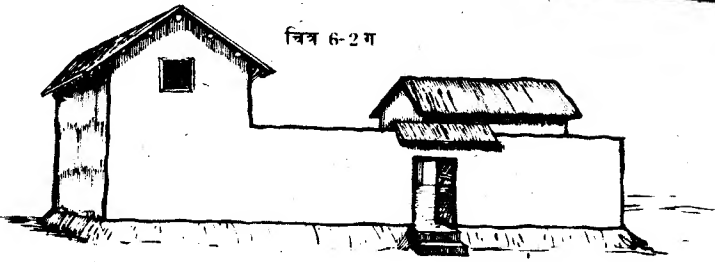
मकान इस तरह बनाया जाता है कि वह धूप, वर्षा, हवा और शत्रुओं से रक्षा करे। इसके ही साथ उसका उद्देश्य सुख

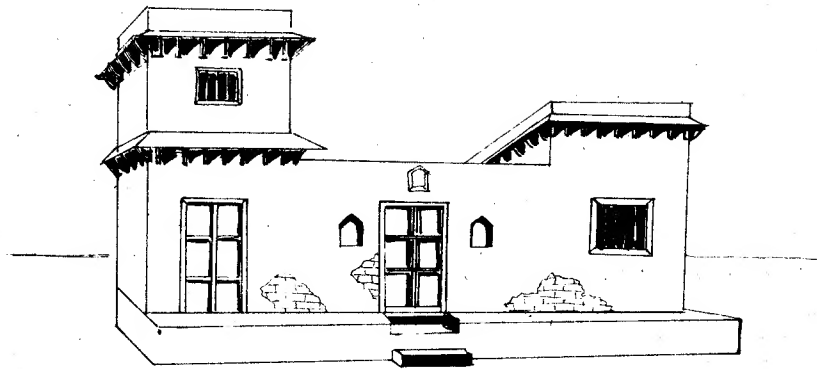
और सुविधा देना भी होता है। जब मनुष्य किसी विशेष स्थान पर डेरा डालता है तो वह शिविर (तंबू) लगाता है। शिविर अस्थायी मकान ही है। वह इतना हल्का होता है कि उसे ढोया जा सकता है।

और भी कई प्रकार के मकान होते हैं। वे एक-दूसरे से भिन्न होते हैं, क्योंकि वे भिन्न-भिन्न तरीकों से मनुष्य की आवश्यकताएँ पूरी करते हैं।

- 1 (क). कुछ मकान स्थायी होते हैं और कुछ अस्थायी। वे स्थावर या जंगम भी हो सकते हैं।

जो लोग लंबी अवधि तक एक ही जगह रहते हैं वे मकान, बँगले या भोंपड़ी जैसी स्थायी इमारतों में रहते हैं। लेकिन जिन लोगों को प्रायः जगह-जगह जाना पड़ता है वे अपना आश्रय अपने साथ लेते चलते हैं। ऐसी परिस्थिति में तंबू या अनुयान (ट्रेलर) उपयोग में लाए जाते हैं। इस तरह के आश्रय अस्थायी होते हैं और उन्हें आसानी से ले जाया जा सकता है। निम्नलिखित क्रिया से बच्चों को इस उपसंकल्पना में निहित विचार समझाने में सहायता मिलेगी :

कक्षा-प्रायोजना	हमारे मकानों में कितनी अधिक विविधता है ?	आवश्यक सामग्री तस्वीर वाली पुस्तकें, पत्रिकाएँ
<p>यदि मिल सकें तो तस्वीर वाली पुस्तकों से या पुरानी पाठ्यपुस्तकों या पत्रिकाओं से विभिन्न प्रकार के मकानों की तस्वीरें एकत्रित करने में बच्चों की सहायता करें। उन्हें बताने दीजिए कि उनमें से हर-एक किस किस प्रकार का है : स्थायी है या अस्थायी; स्थिर है या जंगम। यदि तस्वीरें आसानी से न मिल सकें तो, जैसा चित्र 6-2 में दिखाया गया है, शिक्षक को ब्लैक-बोर्ड पर रेखांकन करना चाहिए और उन पर बच्चों से चर्चा करानी चाहिए।</p> <p>चित्र 6-2 क, ख, ग, घ हमारे घर कई प्रकार के होते हैं।</p>	  	

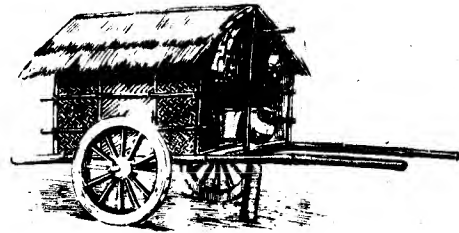


चित्र 6-2 घ

चर्चा

कुछ मकान जंगम क्यों होते हैं ?

बच्चों से चर्चा करें कि कुछ लोगों के लिए जंगम मकान क्यों आवश्यक होते हैं। उन्हें बनजारों का पहियों पर चलता-फिरता मकान दिखाएँ। या फिर चित्र 6-3 की तरह ब्लैक बोर्ड पर रेखाचित्र बनाकर दिखाएँ। ये लोग गाँवों के मेलों में सम्मिलित होते हैं और धातु गढ़ने के छोटे-मोटे काम करते रहते हैं।



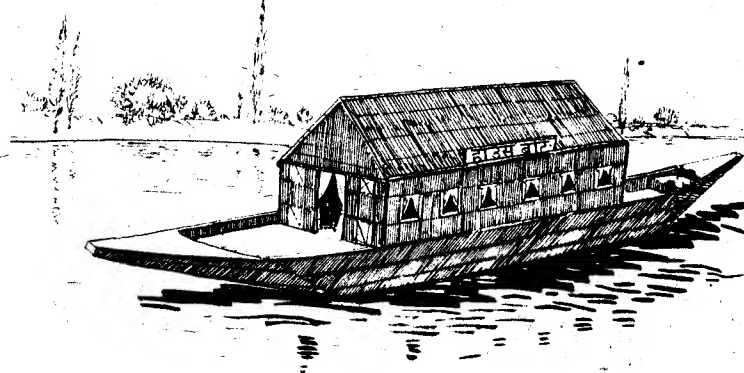
चित्र 6-3

बनजारों के घर चलते-फिरते होते हैं।

बच्चों को ऐसी जगह ले जाएँ जहाँ पुलिस या सेना के जवानों के शिविर लगे हों या स्काउटों का अथवा एन. सी. सी. का शिविर हो। उन्हें प्रेक्षण करने दें कि पुलिस के लोग, सैनिक, स्काउट या एन. सी. सी. के केडेट कैसे रहते हैं।

कक्षा के छात्रों को वहाँ ले जाएँ जहाँ सड़क की मरम्मत हो रही हो और मजदूर तंबुओं या अस्थायी आश्रय में रहते हों।

बच्चों से पूछिए : क्या कार या छतवाली बैलगाड़ी को भी मकान कह सकते हैं ? अगर नहीं तो क्यों नहीं ? क्या नाव का उपयोग मकान की तरह हो सकता है ? बच्चों को कश्मीर के बजरो के बारे में बताइए । देखिए चित्र 6-4 ।



चित्र 6-4

कभी-कभी घर नाव पर बने होते हैं ।

### 1 (ख). मकानों की छतें विविध प्रकार से बनी होती हैं

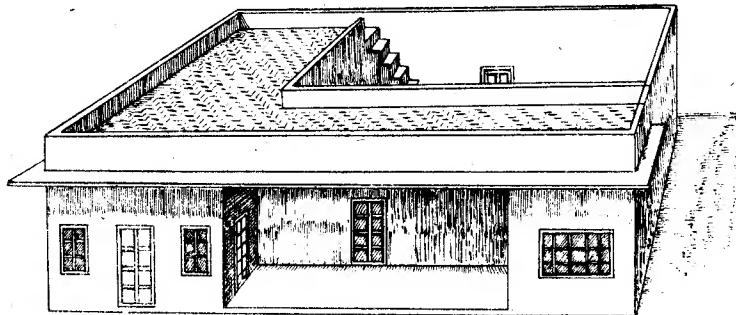
मकान चाहे स्थायी हों या अस्थायी, स्थिर हों या जंगम उनपर छतें अवश्य होती हैं । ये सब छतें एक तरह की नहीं होतीं । कुछ छतें समतल होती हैं, जिस तरह कि आधुनिक सीढ़ीदार मकानों पर होती हैं । कुछ छतें वक्र होती हैं, जैसे

अर्धचंद्राकार भोंपड़ों की छतें । इस देश के गाँवों में आमतौर पर ढलवाँ छतें बनाई जाती हैं ।

मकान की छतों की विविधता का महत्व समझने के लिए बच्चों को निम्नलिखित प्रयोग करने में सहायता करें :

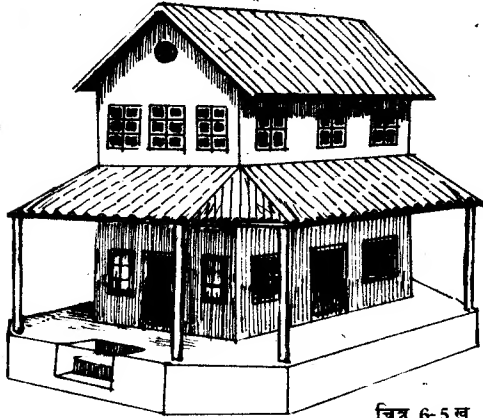
कक्षा प्रायोजन

मकानों की छतों में कितनी अधिक विविधता है ?



चित्र 6-5 क

चित्र 6-5 की तरह ब्लैक बोर्ड पर चौरस छत, वक्र छत और ढलवाँ छत वाले मकानों के चित्र बनाएँ। बच्चों से कहें कि वे अलग-अलग आकृति की छतों वाले मकानों की तस्वीरें इकट्ठी करें। उनसे कहें कि



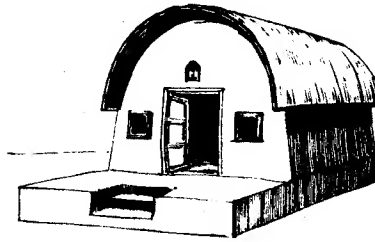
चित्र 6-5 ख

वे उन्हें इन वर्गों में बाँटें :

चौरस छतें      वक्र छतें      ढलवाँ छतें  
बच्चों से कहें कि वे विभिन्न प्रकार की ऐसी छतों के बारे में अपने माता-पिता से पूछें जो उन्होंने देखी हों।

चित्र 6-5 क, ख, ग

मकानों की छतें विविध प्रकार की होती हैं।



चित्र 6-5 ग

बच्चों को गाँव घुमाने ले जाइए और गाँव के मकानों की तरह-तरह की छतों के बारे में उनसे चर्चा कीजिए।

1 (ग). मकानों की छतें मिला-जुला सामग्रियों से बनती हैं किसी भी बस्ती के मकानों का प्रेक्षण कीजिए तो मालूम होगा कि उनकी छतें अलग-अलग सामग्रियों की बनी हैं। कुछ भोंपड़ियों की छतें पयाल की होती हैं, कुछ टीन के रोगन वाली चादरों की और कुछ खपरैल की। कुछ मकान ऐसे भी होते हैं जिन पर कंक्रीट की छत होती है। छत किस सामग्री

से बनी है यह उस स्थान की जलवायु पर और छत की उपयोगिता पर निर्भर करती है। छत किस सामग्री से बनी है, यह मकान के मालिक की आर्थिक स्थिति पर भी निर्भर करता है। बच्चे यदि निम्नलिखित काम करें तो यह बात अधिक स्पष्ट हो जाएगी:

बाहरी प्रेक्षण

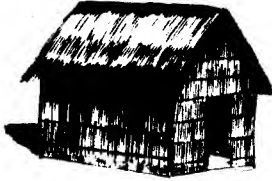
छत के लिए प्रयुक्त सामग्री में क्या विविधता होती है ?

बच्चों को गाँव या पास के छोटे कस्बे की सैर कराइए और उन्हें विभिन्न मकानों की छतों में प्रयुक्त

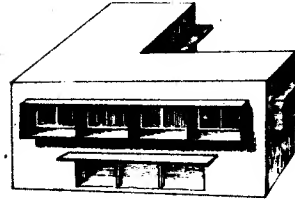
सामग्री का प्रेक्षण करने दीजिए। इसके साथ ही साथ कक्षा में प्रदर्शन के लिए बच्चों को छतें बनाने में प्रयुक्त

सामग्रियों के नमूने एकत्र करने दीजिए। वे पयाल और बाँस का, ईंटों और लकड़ी के तख्तों का, लोहे की छड़ के टुकड़ों का, सीमेंट और पत्थर के टुकड़ों

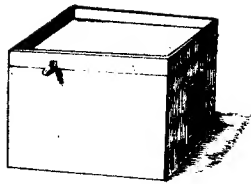
का संग्रह कर सकते हैं। शिक्षक को चाहिए कि वह चित्र 6-6 के अनुसार ब्लैक बोर्ड पर रेखांकन करे।



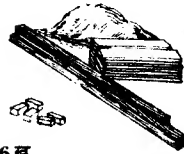
चित्र 6-6 क



चित्र 6-6 ग



चित्र 6-6 ख



चित्र 6-6 क, ख, ग

मकानों के निर्माण में विविध प्रकार की सामग्री प्रयुक्त होती है।

बच्चों से चर्चा कीजिए कि कुछ प्रकार की छतें अन्य छतों की अपेक्षा ठंडी होती हैं।

#### वैज्ञानिकों की कार्यविधि

#### विज्ञान सबके लिए मकान की व्यवस्था करता है

मनुष्य परिवार में रहता है और परिवार को रहने के लिए स्थान चाहिए। प्राचीन काल से ही मनुष्य अपने निवास के लिए तरह-तरह के मकानों का उपयोग करता रहा है। सामग्रियों के बारे में जैसे-जैसे उसकी जानकारी बढ़ती गई तैसे-तैसे वह उत्तम से उत्तम मकान बनाने की स्थिति में होता गया। इस तरह मकानों का रूप मनुष्य के ज्ञान में वृद्धि के साथ-साथ

बदलता गया। मकानों की विविधता केवल इतिहास की चीज नहीं रह गई है। आपको अब भी परस्पर भिन्न मकान प्रायः दिखाई पड़ जाएंगे।

इसके लिए आइए हम उत्तरी कैनाडा की काल्पनिक यात्रा करें। यह दूर उत्तर में एक बहुत ठंडा देश है। यहाँ बारहों महीने बर्फ जमी रहती है। यहाँ जो लोग रहते हैं वे एस्किमो कहलाते हैं। वहाँ आपको ईंट के



परिचित मकान नहीं दिखाई पड़ेंगे। एस्किमों के मकान की दीवारें और छतें बर्फ की बनी होती हैं। प्रायः उनमें खिड़कियाँ नहीं होतीं। इस घर में आप सुरंगनुमा प्रवेश-द्वार से रेंग कर घुस सकते हैं। इस मकान के भीतर अगर आपको अजीब-अजीब-सा लगे तो आश्चर्य नहीं होना चाहिए।

कैनाडा की यह काल्पनिक यात्रा बताती है कि जब जलवायु बहुत ही भिन्न हो तो मकानों में भी अंतर आ जाता है। इसके अतिरिक्त यह भी मालूम होता है कि मकान उन्हीं वस्तुओं से बनाया जा सकता है जो आस-पास उपलब्ध हों। एस्किमो बर्फ के मकान इसलिए बनाते हैं क्योंकि यही चीज उन्हें वहाँ सरलता से उपलब्ध होती है।

लेकिन जलवायु एक-जैसी होने पर भी मकान अलग-अलग तरह के होते हैं। यह आपको अपने गाँव या शहर में ही दिख जाएगा। धनवान व्यक्ति अधिक

पैसा खर्च कर सकता है, इसलिए वह अधिक बड़ा मकान बनाता है। अमीर आदमियों के मकानों में भी विभिन्नता होती है, क्योंकि उनकी रुचि अलग-अलग होती है। मकान बनाना एक सामाजिक समस्या है। समाज के सभी सदस्यों के पास रहने के लिए समुचित मकान होने चाहिए। मकानों के नमूने में अंतर हो सकता है। मकान बड़े या छोटे हो सकते हैं। लेकिन उनमें रहने वालों को आश्रय, सुख और सुविधाएँ मिलनी चाहिए। यह समस्या सुलझाने के लिए वैज्ञानिक क्या कर सकते हैं? वे मकान बनाने की कम खर्चीली सामग्री विकसित कर सकते हैं। वे मकान बनाने के ऐसे सस्ते तरीके निकाल सकते हैं जिनके कारण गरीब लोग भी काफी संतोषजनक मकानों में रह सकें। लोगों के लिए मकान बनाने में विज्ञान कितना उपयोगी हो सकता है।

### अच्छी तरह समझने के लिए

तंबू जंगम मकान है। वह हल्का होता है और एक जगह से दूसरी जगह ले जाया जा सकता है। उसका खोल आम-तौर पर मोटे खुरदुरे कपड़े का या कैनवस का बना होता है। छत के लिए ऐसा कपड़ा उपयोग किया जाता है जिस पर से वर्षा का पानी बह जाए जैसे छाने पर से बह जाता है। तंबू की बगलें कपड़े से ढकी होती हैं। इस देश के कुछ बनजारे इसी तरह के तंबूओं में रहते हैं।

कुछ और भी जंगम मकान होते हैं, जैसे अनुयान (ट्रेलर)। ट्रेलर पहियों पर मढ़ा हुआ छोटा मकान होता है। ये पहिएदार मकान हाथ से खींचे जा सकते हैं या डाले अथवा मोटरकार के पीछे बाँध कर ले जाए जा सकते हैं। आमतौर से उनकी छतें वक्र होती हैं और कपड़े या अलमुनियम जैसी किसी हल्की चीज की बनी होती हैं।

भोंपड़ियाँ तथा कच्ची या पकी ईंटों की इमारतें स्थायी मकानों की श्रेणी में आती हैं। कच्चे मकान बनाने के लिए मिट्टी में पयाल या भूसा मिला कर, जिससे कि उसमें मजबूती आ जाए, बड़ी-बड़ी ईंटें बना ली जाती हैं। फिर उन्हें धूप

में सुखा लेते हैं। मोटी कच्ची ईंटें सूरज की गर्मी से बचाती हैं। कच्ची ईंटों के मकान इस देश में मेक्सिको और दक्षिणी अमेरिका में बहुत बनाए जाते हैं।

मकान चाहे जिस तरह का हो उस पर छत अवश्य होती है। छतों में अंतर होता है। यह अंतर आवश्यकता के अनुसार होता है। चपटी छतें आमतौर पर ऐसी जगहों में होती हैं जहाँ पानी कम बरसता है।

जहाँ पानी अधिक बरसता है वहाँ मकानों की छतें ढलवाँ होती हैं। ढलाव के कारण पानी आसानी से और शीघ्रता से बह जाता है। जिन जगहों पर बहुत बर्फ गिरती है वहाँ छतों की ढलान अधिक होती है। ढलान के कारण बर्फ ढरक जाती है, छत पर जमा होकर उसे तोड़ने नहीं पाती। जब हल्की लेकिन मजबूत छत बनानी हो तो प्रायः वक्र छतें बनाई जाती हैं।

छतें छाने के लिए विभिन्न सामग्रियों का उपयोग किया जाता है। दक्षिण में समुद्र के किनारे, जहाँ नारियल के वृक्ष बहुतायत से होते हैं, छतें नारियल-वृक्ष की सूखी पत्तियों से छाई जाती हैं। गोदामों और अस्थायी निवास के लिए टीन की छतें डाली जाती हैं। टीन की चट्टें प्रायः नालीदार होती हैं। वे चौरस और चपटी नहीं होतीं। उनकी सतह लहरियादार

होती है। इससे उनमें मजबूती आ जाती है। आजकल अधिकतर मकानों पर कंक्रीट की छतें होती हैं। गाँव की पुरानी इमारतों और मकानों पर खपरैल की छतें होती हैं। खपरैलें सस्ती होती हैं, लेकिन टूटती भी जल्दी हैं। खेतों में काम करने वाले अधिकतर मजदूर और किसान जिन भोंपड़ियों में रहते हैं उनकी छतें पयाल की होती हैं।

भारत बहुत बड़ा देश है। अभी हम विकास की सीढ़ियाँ चढ़ रहे हैं। हमारे देश में बहुतों के सामने मकान की समस्या है। इस समस्या का दो तरह से सामना किया जा सकता है।

एक तरफ़ ऐसे लोग काफी हैं जिनके पास रहने के लिए मकान नहीं हैं। पटरियों पर सोने वालों के लिए समाज को मकान की व्यवस्था अवश्य करनी चाहिए। दूसरी ओर देश भर में बहुत-से ऐसे परिवार हैं जो गंदी बस्तियों में रहते हैं। उनके लिए मकानों का प्रबंध होना चाहिए। औद्योगिक विकास तेजी से होने के कारण देहाती इलाकों की आबादी शहरों में आ गई है, जिससे शहरों का विकास बेढंगा हो गया है। इसलिए इस दिशा में भी योजना बना कर विकास करने की आवश्यकता है।

## मकान और वस्त्र

### तीसरी कक्षा

#### सामान्य दृष्टि

इस इकाई के अंतर्गत कक्षा 1 और 2 के बच्चे देख चुके हैं कि मकान आश्रय और सुख देता है। वे यह भी देख चुके हैं कि एक मकान दूसरे से प्रायः बहुत भिन्न होता है। इन बातों का और अधिक प्रेक्षण करने में शिक्षक इस कक्षा के बच्चों की सहायता कर सकता है।

बच्चे पहले की तुलना में अधिक समझदार हो चुके हैं। वे अब न केवल यह देख और समझ सकते हैं कि मकान आश्रय और सुविधाएँ प्रदान करते हैं बल्कि यह भी कि कुछ मकान वही काम दूसरों की तुलना में अधिक अच्छी तरह कर सकते हैं। दूसरे शब्दों में, मकान विविध प्रकारों से लाभदायक सिद्ध होते हैं।

मकान अलग-अलग प्रकार के क्यों होते हैं, इसकी चर्चा कक्षा 3 के शिक्षकों का मुख्य उद्देश्य नहीं है। यहाँ इतना पर्याप्त है कि बच्चे यह विश्लेषण कर सकें कि मकान किस तरह सुख

और सुविधा जुटाते हैं और किस तरह सुरक्षा प्रदान करते हैं। इस निर्णय पर पहुँचने में इस तरह के सवाल पूछ कर शिक्षक बच्चों की मदद कर सकता है कि मकान बनाने का उद्देश्य सुरक्षा और सुख देना होता है।

जहाँ तक संभव हो, शिक्षक को चाहिए कि वह मकानों की विभिन्नता के आर्थिक कारणों पर जोर न दे। एक ही आर्थिक स्थिति के परिवारों के मकानों में भी कुछ मकानों की योजना दूसरों से अच्छी होती है। इस इकाई में कक्षा 3 के स्तर पर योजना की संकल्पना एक महत्वपूर्ण विचार है।

बच्चे जानते हैं कि मकान क्या-क्या करता है। प्रेक्षण द्वारा और उसके बाद चर्चा द्वारा शिक्षक बच्चों को यह पता लगाने में सहायता दे सकता है कि मकान किस तरह ये काम पूरे करता है।

#### 1. मकान को सुविधाजनक और आरामदेह होना चाहिए

लोग आमतौर पर अपने साधनों के देखते हुए रहने के लिए ऐसे मकानों का चुनाव करते हैं जो अधिक से अधिक सुविधाएँ और आराम दे सकें। उदाहरण के लिए, बड़े शहरों में ऐसी बस्तियों के मकानों को पसंद किया जाता है जिनमें मकान से थोड़ी ही दूर पर बस, टैक्सी या दूसरी सवारी आसानी से मिल सकें। यदि मकान छोटे कस्बे में है तो इस सुविधा का अधिक महत्त्व नहीं रह जाता। संक्षेप में, मकान भी जगह होना चाहिए जहाँ अच्छे बाजार, अच्छे स्कूल, अच्छे अस्पताल

और ऐसी ही अन्य सुविधाओं की व्यवस्था हो।

सुविधा और आराम की स्थिति परिवार के सदस्यों की आदतों से घनिष्ठ संबंध रखती है। गाँव के परिवार के लिए हो सकता है कि बिजली और विद्युत-यंत्रों का अभाव कष्टप्रद न हो। परंतु शहर में रहने वाले परिवार को ये सुविधाएँ आवश्यक प्रतीत होती हैं। इस तरह मकान का चुनाव कई दृष्टियों से एक समझौता होता है।

इसके अलावा मकान की बनावट ऐसी होनी चाहिए कि

वह रहने वाले के लिए आरामदेह सिद्ध हो। हर कमरे से दूसरे कमरे में जाने का रास्ता होना चाहिए जिससे कि घरवालों को कष्ट दिए बिना इधर-उधर जाने में आसानी रहे।

- 1 (क). मकान में खाने, सोने, पढ़ने, नहाने, कपड़े धोने और संचयन की जगह होनी चाहिए

एक ही कमरे में खाना पकाना, कपड़े धोना, नहाना और भोजन करना अस्वास्थ्यकर है। जिस कमरे में खाना पकाया

जाए या नहाया जाए उसी में सोना न तो आरामदेह है और न सुविधाजनक ही।

सुविधा, सुख और स्वास्थ्य की दृष्टि से भोजन करने, सोने और उठने-बैठने के लिए अलग-अलग कमरे होने चाहिए। संभव हो तो भोजन पकाने के लिए अलग कमरा होना चाहिए। यदि बच्चों को निम्नलिखित कामों के लिए आमंत्रित किया जाए तो वे यह बात ज्यादा अच्छी तरह समझ सकेंगे।

चर्चा	क्या-क्या चीजें घर को मेरे लिए सुविधाजनक बनाती हैं ?
<p>बच्चों से अपने घर के बारे में बताने के लिए कहें। क्या रहने के कमरे या कमरों के अलावा चौके, भोजन करने और स्नान के लिए अलग स्थान है ? क्या एक कमरे से दूसरे कमरे में जाना सुविधाजनक है ? यदि ऐसा है तो क्या बिना दूसरों को तकलीफ दिए एक से</p>	<p>दूसरे कमरे में जाया जा सकता है ? परिवार के सदस्य कहीं सोते हैं ? बच्चे कहीं सोते हैं ? अब उनसे चर्चा कीजिए कि जिस घर में वे रहते हैं क्या वह आराम-देह और सुविधाजनक है।</p>

कक्षा के बच्चों से यह चर्चा कीजिए कि जब परिवार का 'बजट' एक या दो कमरे वाले मकानों की ही अनुमति दे तब क्या किया जाना चाहिए।

क्या कुछ काम, जैसे खाना पकाना, खाना, सोना, पढ़ना, नहाना, धोना और सामान जुटाना एक ही जगह किए जा सकते हैं ? किस आधार पर इनमें से कुछ कामों को एक ही जगह करने का फैसला किया जा सकता है ?

- 1 (ख). घर से बाहर के कार्यों के लिए अलग से खुली जगह होनी चाहिए

जिस परिवार में बच्चे हैं उनके लिए जरूरी है कि मकान या रहने के कमरों से अलग एक ऐसी जगह हो जहाँ बच्चे दूसरों के काम में बाधक बने बिना और घर की मेज-कुर्सियों को नुकसान पहुँचाए बिना खेल-कूद सकें। इसलिए मकान में आँगन या मकान के साथ एक बगीचा भी होना चाहिए।

आँगन बच्चों के खेलने के काम आ सकता है। परिवार के दूसरे सदस्य गर्मियों में शाम के समय आँगन में थकान मिटाने के लिए उठ-बैठ सकते हैं। इस काम के लिए लंबा-चौड़ा बरामदा भी उपयुक्त हो सकता है। निम्नलिखित कामों द्वारा यह उपसंकल्पना समझने में बच्चों की सहायता कीजिए।

चर्चा	मकान में खुले आँगन का होना क्यों बांछनीय है ?
बच्चों से चर्चा करें कि उनके मकानों में आँगन है या नहीं। उनसे पूछिए कि गर्मी की छुट्टियों में वे कहाँ खेलते हैं। परिवार के विभिन्न सदस्य गर्मियों में कहाँ सोते हैं? परिवार के सदस्य गर्मियों में शाम के समय कहाँ बैठते हैं? क्या मकान के भीतर या उसके आसपास	ऐसी कोई जगह है जहाँ बच्चे दौड़ सकें और फुटबाल, हाकी या क्रिकेट खेल सकें? इनमें से प्रत्येक प्रश्न का उत्तर बच्चों को ही देने दीजिए। इसके बाद शिक्षक यह निष्कर्ष निकालें कि मकान में खुला हुआ आँगन होना चाहिए।

खेलने के लिए खुली जगह क्यों आवश्यक है—(क) बच्चों के स्वास्थ्य की दृष्टि से (ख) घर-गृहस्थी के साज-सामान की सुरक्षा की दृष्टि से।
---

शहरों की नई बस्तियों में प्रायः चौकोर खुले मैदान के चारों ओर मकान बनाए जाते हैं। बच्चों से पूछिए कि ऐसा क्यों होता है? (मकान छोटे होते हैं और उनमें आँगन नहीं होते। खुला मैदान सामूहिक आँगन का काम देता है)।
--

#### 1 (ग). मकान को गर्मी, सर्दी और वर्षा से सुरक्षा प्रदान करनी चाहिए

जब कोई मकान बनाया जा रहा हो तो इस बात का ख्याल रखना चाहिए कि मकान बनाने का उद्देश्य लोगों को ग्रीष्म ऋतु की गर्मी और शीत ऋतु की ठंडक से बचाना है। मकान को वर्षा ऋतु में वर्षा के पानी से भी बचाव करना चाहिए।

दीवारें मोटी बनाकर और छत ऊँची रख कर गर्मी से बचा जा सकता है। मोटी दीवारें ठंड को भी दूर रखती हैं; बढ़िया छत वर्षा के पानी के निकास का उचित प्रबंध करके मकान में रहने वालों को बरसात के पानी से बचाती हैं। इस उपसंकल्पना को समझने के लिए बच्चों को ये काम करने दीजिए।

चर्चा	मेरा घर गर्मी, सर्दी और वर्षा से मुझे कैसे बचाता है ?
हर बच्चे से कहिए कि वह जिस घर में रहता है उसकी बनावट के बारे में जबानी बताए। मकान के अंगों की बनावट, जैसे दीवारें, छतों, खिड़कियों और	दरवाजों की चर्चा करने में बच्चों की सहायता कीजिए और कहलवाइए कि ये हिस्से कौन-कौन-सी सुरक्षाएँ प्रदान करते हैं।

आरंभिक युगों से ही मनुष्य मजबूर होकर मौसम की प्रतिकूल परिस्थितियों से अपना बचाव करने के लिए आश्रय खोजता रहा है। बच्चों को चर्चा के लिए उत्साहित कीजिए कि इस आवश्यकता को जन्म देने में इनमें से कौन-सी बातें सबसे अधिक प्रभावशाली रही हैं : तेज गर्मी, कड़ाके की सर्दी, भारी वर्षा या अन्य बातें।
--

## 2. मकान सुरक्षित और साफ़ सुथरे होने चाहिए

हर आदमी मकान को सुरक्षित स्थान समझता है। इसका कारण यह है कि दीवारें, दरवाजे और खिड़कियाँ डाकुओं और दूसरे शत्रुओं से हमारी रक्षा करती हैं। मकान को रहने के लिए सुरक्षित बनाने के वास्ते दरवाजे और खिड़कियाँ ऐसी होनी चाहिए कि उनकी चटकनी लगाई जा सके और उनमें ताला लगाया जा सके।

मनुष्य के जीवन के लिए केवल डाकू और चोर ही खतरे पैदा नहीं करते, बीमारियाँ उनसे भी ज्यादा भयप्रद हो सकती हैं। जिस तरह मकान डाकुओं और दूसरे शत्रुओं से रक्षा करता है उसी तरह उसे बीमारियों से भी रक्षा करनी चाहिए।

बीमारियाँ दूर रखने का सबसे अच्छा तरीका सफ़ाई रखना है।

यहाँ जिन तीन उप-संकल्पनाओं की चर्चा की गई है उनमें से दो सुरक्षा के बारे में हैं और तीसरी स्वच्छता के बारे में है।

### 2 (क). मकानों के दरवाजों और खिड़कियों में उचित किस्म की चटकनियाँ और सलाखें होनी चाहिए

बच्चे जान चुके हैं कि उनके लिए सुरक्षित स्थान मकान ही है। वे यह भी जानते हैं कि जब दरवाजे और खिड़कियाँ बंद हों तो वे सुरक्षित अनुभव करते हैं। इस तरह की जानकारी को उभार कर सामने रखने के लिए बच्चों से इस तरह के प्रश्न पूछे जाएँ:

चर्चा	चोरों से हम अपना बचाव कैसे करते हैं ?
बच्चों से कहें कि वे जिन मकानों में रहते हैं उनके दरवाजों और खिड़कियों का प्रेक्षण करें। दुश्मनों और चोरों से बचाव के लिए क्या सावधानी बरतनी पड़ती है ? शीघ्र कीजिए कि किस तरह की चटकनियाँ	और कुंडियाँ (साँकलें) लगी हैं। बच्चों को आमंत्रित करें और वह गौर करने के लिए कहें कि दरवाजों में (1) कमरे के भीतर से और (2) बाहर से कैसे ताले लगाए जाते हैं।

पुरानी चटकनियों और कुंडियों से नई चटकनियों और कुंडियों की तुलना करने में बच्चों की सहायता कीजिए।

### 2 (ख). दरवाजे, खिड़कियाँ और अलमारियाँ कस के बंद होनी चाहिए

सभी जानते हैं कि जो दरवाजे और खिड़कियाँ कस कर बंद नहीं होती वे जल्दी तोड़ी जा सकती हैं। इसके अतिरिक्त यदि उनमें संधि रह जाए तो उससे चूहे घुस जाते हैं। ऐसी स्थितियों से बचने के लिए दरवाजे और खिड़कियाँ ऐसी होनी

चाहिए कि बंद करने पर साँस न रह जाए। अलमारियों के दरवाजे भी कस कर बंद होने चाहिए जिससे कि चूहे या कीड़े-मकोड़े घुस न सकें। अलमारियाँ कस कर बंद हों और उनमें ताला हो तो चोरों के लिए चोरी करना मुश्किल हो जाता है।

यह अवबोध विकसित करने के लिए इस प्रकार के काम किए जाएँ।

चर्चा	दरवाजों और खिड़कियों से चोरों का प्रवेश रोकने के लिए हम क्या करते हैं ?
बच्चों को चर्चा के लिए आमंत्रित करें। उनसे पूछें कि उनके माता-पिता बहुमूल्य वस्तुएँ कहाँ रखते	

हैं? यदि अलमारी के दरवाजे जम कर बंद न हों तो जहाँ तक चूहों और कीड़े-मकोड़ों से सुरक्षा का सवाल है, वहाँ तक स्थिति में क्या कोई अंतर पड़ेगा? कस कर

बंद होने वाले दरवाजे और खिड़कियाँ क्यों आवश्यक हैं?

### पहेली :

कस कर बंद न होने वाला एक दरवाजा है जिसमें भीतर से एक खास किस्म की कुंडी चढ़ी हुई है। बाहर से एक बच्चा उसे खोल सकता है, लेकिन उसका पिता नहीं। बच्चों से इसका कारण जानने की कोशिश करें। (दरवाजे की साँस में से बच्चे का हाथ भीतर कुंडी तक पहुँच जाता है, उसके पिता की मोटी बांह अंदर नहीं जा सकती)।

## 2 (ग). रसोई और स्नानागार से जल के निकास का उचित प्रबंध होना चाहिए

प्रत्येक परिवार घुलाई और सफाई के लिए पानी का उपयोग करता है। उपयोग के बाद पानी गंदा हो जाता है। स्वास्थ्य अच्छा बनाए रखने के लिए जरूरी है कि इस गंदे पानी को सुरक्षित विधि से घर के बाहर निकाल दिया जाए।

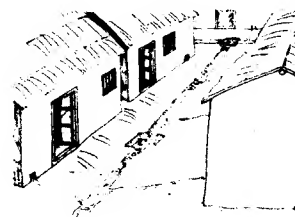
यह काम सफलतापूर्वक हो इसलिए निकास नालियाँ

ढकी हुई होनी चाहिए। इसकी सामान्य विधि यह है कि रसोई के नल के नीचे से एक नाली बना ली जाती है जो पानी को अंत में मुख्य निकास नाली या मलयुक्त पानी के भूमिगत नाले तक पहुँचा दे। बड़े शहरों में गंदा पानी बहाने के लिए नल बिछाए जाते हैं। शहरों में मल के नल पृथ्वी के भीतर ही भीतर बिछाए जाते हैं। बच्चे इन विचारों को भली भाँति समझ सकें, इसके लिए निम्नलिखित प्रयोग कराएँ :

### चर्चा

### मेरी बस्ती में गंदे जल का निकास कैसे होता है ?

बच्चों से यह गौर करने के लिए कहें कि उनकी रसोई और स्नानागार का गंदा पानी कहाँ जाता है। उन्हें इस पर भी गौर करने दें कि पास-पड़ोस के मकानों में गंदे पानी की निकासी का क्या प्रबंध है। इसमें और उनके घर की व्यवस्था को तुलना करने के लिए कहें। इसके बाद उनके अनुभव का विवरण प्राप्त करें। देखिए चित्र 6-7।



चित्र 6-7

कुछ बस्तियों में गंदा जल खुली हुई नालियों में बहाया जाता है।

जिन स्थानों पर खुले निर्गम भी हैं और बंद निर्गम तथा नल भी हैं, वहाँ बच्चों से पानी की निकासी के विभिन्न तरीकों की तुलना करने के लिए कहा जाए और पूछा जाए कि कौन-सी विधि अधिक अच्छी है। संभव हो तो बच्चों को गाँव का मल-कुंड दिखाया जाए।

मल को ठिकाने लगाने वाले समीपवर्ती यंत्र को दिखाने की भी व्यवस्था की जा सकती है।

### अच्छी तरह समझने के लिए

लोग चाहे जहाँ रहें उन्हें पीने, धुलाई और सफाई के लिए पानी की आवश्यकता होती है। धुलाई और सफाई करने में पानी गंदा हो जाता है। इस गंदे पानी को कभी-कभी मकान के फर्श पर या मकान के आस-पास जमा होने दिया जाता है। इस तरह गंदा पानी जमा हो जाने पर मच्छरों और जीवाणुओं के फलने-फूलने की अच्छी जगह तैयार हो जाती है। अधिकतर बीमारियाँ जीवाणुओं के कारण होती हैं। इसलिए बहुत आवश्यक है कि फालतू और गंदे पानी को जल्द से जल्द और कारगर तरीके से ठिकाने लगाया जाए।

गंदे पानी की निकासी के बहुत-से तरीके हैं। गाँवों में

मकान अथवा रसोई या स्नानागार से छोटी-छोटी नालियाँ बनाई जाती हैं। लेकिन ये नालियाँ प्रायः खुली होती हैं और मकान के ही पास बने गड्ढे तक पानी पहुँचा देती हैं। इससे सफाई नहीं रहती। आरोग्यता की दृष्टि से गंदले पानी की निकासी गहरी नाली में, जो ऊपर से ढकी हो, होनी चाहिए। खुली निकास नालियों से ढकी निकास नालियाँ अच्छी होती हैं। बंद नालियों से भी अच्छा तरीका है मिट्टी के चिकने पाइपों का उपयोग। अधिकतर बड़े शहरों में मल-प्रवाह के लिए मिट्टी के चिकने पाइप काम में लाए जाते हैं। ये पाइप अपनी गंदगी शहर के मुख्य जल-निकास-यंत्र में बहा देते हैं। मल-प्रवाही मोटे पाइप सारी गंदगी किसी नदी में, समुद्र में या मल ठिकाने लगाने वाले संयंत्र में पहुँचा देते हैं।

### वैज्ञानिकों की कार्यविधि

### स्वच्छ मकान स्वास्थ्यवर्द्धक होते हैं

आइए आज हम 'स्वच्छता विज्ञान' की चर्चा करें। आपको आश्चर्य हो सकता है कि स्वच्छता विज्ञान क्यों है। स्वच्छता तो धार्मिक परंपरा का अभिन्न अंग रही है।

यह सच है कि स्वच्छता बहुत समय से धार्मिक परंपरा का अंग मानी जाती रही है। हम अनुमान लगा सकते हैं कि आरंभ में इसकी कल्पना धर्म के अंग के रूप में क्यों की गई। बहुत-से लोगों का दीर्घकाल का अनुभव है कि जिनकी सफाई की आदत होती है वे स्वस्थ और सुखी रहते हैं। धार्मिक व्यक्तियों ने सोचा होगा कि इन लोगों की खुशी का रहस्य ईश्वर की अनुकंपा है। समुदाय के बुद्धिमान व्यक्ति जानते थे कि यदि स्वच्छता को धार्मिक कर्मकांड का हिस्सा बना दिया गया तो वे स्वच्छता कायम रखने का प्रयत्न करेंगे। संभव है कि इसी तरह स्वच्छता का संबंध धर्म से जुड़ गया हो।

अब हम जानते हैं कि धूल और बीमारी का घनिष्ठ संबंध है। यद्यपि कुछ प्राचीन नगरों के पुरावशेष बताते हैं कि उनके निवासियों में सार्वजनिक स्वच्छता की भावना थी, तथापि शायद वे यह नहीं जानते थे कि गर्द भी बीमारियों का एक कारण है। अमेरिका में लोगों को स्वच्छता के प्रति जागरूक बनाने वाले अग्रणी नेताओं में एक थे विलियम टॉमसन सेजविक। उनकी पुस्तक 'सफाई विज्ञान और सार्वजनिक स्वास्थ्य के सिद्धांत' (द प्रिंसिपल्स ऑफ सैनिटरी माइंस एंड पब्लिक हैल्थ) ने स्वस्थ रहने के लिए स्वच्छता की आवश्यकता की जानकारी लोगों को कराई। दूसरे बहुत-से देशों में और भी वैज्ञानिक थे जो लोगों को सफाई की आवश्यकता के प्रति सचेत बना रहे थे।

बहुत-सी बीमारियाँ मनुष्य के शरीर में जीवाणुओं के प्रवेश से उत्पन्न होती हैं। प्रसिद्ध रसायनज्ञ लुई



पास्चर बीमारियों के जीवाणु-सिद्धांत के पिता कहे जाते हैं। वह कुछ औद्योगिक समस्याओं पर शोधकार्य कर रहे थे, जैसे 'शराब का सिरके में परिवर्तन' और 'बड़े पैमाने पर रेशम के कीड़ों की मृत्यु के कारण रेशम उद्योग के नाश की संभावना'। इन पर काम करते समय उनके मन में एक अत्यंत महत्त्वपूर्ण विचार आया कि खास-खास जीवाणु खास-खास बीमारियों को जन्म देते हैं। जीवाणु बहुत ही छोटे जीव होते हैं—इतने छोटे कि आँखों से नज़र नहीं आते। उनकी संख्या बहुत तेज़ी से बढ़ती है। यदि मनुष्य के शरीर में थोड़े-से जीवाणु प्रवेश पा जाएँ तो शीघ्र ही उन की तादाद लाखों में हो जाती है। इस तरह प्रविष्ट जीवाणुओं की संख्या के अनुपात में बीमारी शरीर में पैदा हो जाती है। शुरू में जीवाणुओं की संख्या कम होती है और शरीर आसानी से उनकी क्रिया से संघर्ष कर सकता है। स्वस्थ शरीर इस काम में प्रायः सफल हो जाता है बशर्ते कि छूत गंभीर न हो।

जीवाणु लगभग सभी जगह मौजूद हैं। कुछ जगहों पर वे बहुतायत से होते हैं और बहुत खतरनाक भी होते हैं। गंदगी खतरनाक होती है, क्योंकि वह जीवाणुओं को एक जगह से दूसरी जगह पहुँचाती है।

जीवाणु हमारे शरीर में कैसे घुसते हैं? उनका प्रवेश अधिकतर भोजन और पेय पदार्थों के द्वारा होता है। यदि ये खुले रहें तो जीवाणुओं से भरी धूल उन पर जम जाती है। जब कीटाणु एक बार हमारे शरीर में प्रवेश पा जाते हैं तो वे तेज़ी से बढ़ना शुरू कर देते हैं और हमें बीमार बना देते हैं। तापन से जीवाणु मर जाते हैं। भोजन पकते समय अधिकतर जीवाणु मर जाते हैं। इसलिए पके हुए खाने को लापरवाही से गंदी हवा या गंदी जगह में खुला नहीं छोड़ना चाहिए।

स्वच्छता व्यक्तिगत स्तर पर भी होनी चाहिए और सामुदायिक स्तर पर भी। कोई तर्क दे सकता है कि व्यक्तिगत रूप से गंदगी से बचना ज्यादा ज़रूरी है तथा सड़कों और गलियों की सफाई की चिंता करना उतना ज़रूरी नहीं है। लेकिन यह बात बिल्कुल साफ-साफ़ नज़र आती है कि यदि सड़क की नालियाँ गंदी हैं और खुली रहती हैं तो उस रास्ते से गुज़रने वाले सभी लोगों के लिए वे छूत का कारण बन सकती हैं।

हमारा स्वास्थ्य और सुख हमारे चारों ओर के लोगों के सुख व स्वास्थ्य से कितने घनिष्ठ रूप से जुड़ा हुआ है।

## मकान और वस्त्र

### चौथी कक्षा

#### सामान्य दृष्टि

इस इकाई में कक्षा 4 के लिए चुने गए विषय दूसरी कक्षाओं से भिन्न हैं। विषय वस्तु की एक विशेषता है उप-इकाई 'वस्त्र'। 'मकान' शीर्षक के अंतर्गत मुख्य संकल्पनाओं की चर्चा कक्षा 1 से लेकर कक्षा 5 तक मिलेगी। जीवन के 'वस्त्र' से संबद्ध पक्ष की संकल्पनाओं की चर्चा केवल इसी कक्षा की विशेषता है।

'मकान' के अंतर्गत दो प्रमुख संकल्पनाओं की चर्चा की गई है। एक संकल्पना समुचित स्वच्छता और आरोग्यमय जीवन की स्थितियों के बारे में है। दूसरी उन सामग्रियों के बारे में है जिनका उपयोग दीवारें, छतें और फर्श बनाने में किया जा सकता है। लेकिन मकानों और छतों के नमूने और बाहरी रूप की विविधता की यह चर्चा पिछली कक्षाओं में भी की जा चुकी है। प्रस्तुत इकाई यहाँ पर भिन्न रूप ग्रहण कर लेती है, क्योंकि वह रहन-सहन की वास्तविक परिस्थितियों को अधिक गहराई से छूती है। शिक्षक छात्रों को यह दर्शाने में सहायक हो सकता है कि मकान की उपयोगिता केवल उसके नमूने या शकल-सूरत से न आँकी जाए वरन् इस बात का भी ध्यान रखा जाए कि यह रहने के लिए कैसी स्थितियाँ पैदा करता है।

कक्षा 4 के स्तर पर इस तरह के प्रश्नों का उत्तर खोजा गया है।

क्या मकान के नमूने में पर्याप्त धूप और हवा के निर्बाध प्रवाह की व्यवस्था की गई है या नहीं? क्या वह गर्द-गुबार से काफी हद तक मुक्त है? क्या उसके फर्श जल्द सूख जाते हैं। इस तरह की जानकारी मकान बनाने के लिए उचित नमूना और उपयुक्त सामग्री के चुनाव में सहायक सिद्ध हो सकती है।

मकान बनाने के लिए प्रयुक्त विभिन्न सामग्री के बारे में चर्चा करने में शिक्षक बच्चों की सहायता कर सकता है; चर्चा इस संदर्भ में हो कि सामग्री मकानों में स्वच्छता बनाए रखने में किस तरह सहायक होती है।

उप-इकाई 'वस्त्र' में पाँच मुख्य संकल्पनाएँ हैं। पहली संकल्पना वस्त्र की भौतिक और सामाजिक आवश्यकता के बारे में है। वस्त्र धूप से मनुष्य की रक्षा करते हैं, उसका रूप सँवारते हैं और उसे शालीनता की अनुभूति कराते हैं। दूसरी और तीसरी मुख्य संकल्पनाएँ वस्त्र की विविधता से संबंधित हैं। सभी बच्चे जानते हैं कि गर्मियों की पोशाक जाड़ों की पोशाक से भिन्न होती हैं। शिक्षक वस्त्रों की विविधता को मकानों की विविधता से जोड़ते हुए कह सकता है कि यह विविधता किसी हद तक मौसम की विभिन्नता के कारण है। जिस तरह मकान बनाने के लिए विभिन्न सामग्रियों का उपयोग किया जाता है उसी तरह पोशाक सिलने के लिए तरह-तरह की सामग्री का उपयोग किया जा सकता है। चौथी और पाँचवीं मुख्य संकल्पनाएँ वस्त्रों के निर्माण और उनकी सुरक्षा से संबंधित हैं। निर्माण की चर्चा के समय शिक्षक छात्रों को यह कल्पना करने में सहायता दे सकता है कि किस तरह दूसरे लोग उनकी आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए काम कर रहे हैं। समाज के विभिन्न वर्गों की परस्पर निर्भरता की संगति इस इकाई से बहुत अच्छी तरह बैठती है। पाँचवीं मुख्य संकल्पना यह है कि "यदि वस्त्रों की हिफाजत की जाए तो वे अधिक समय चलते हैं"। इस तरह अपने वस्त्रों का बचाव कैसे किया जाए, इस बारे में कुछ अत्यंत आवश्यक जानकारी विद्यार्थियों को मिल जाती है।

### 1. साफ़-सुखरे, हवादार और स्वच्छ मकान स्वास्थ्यकर (आरोग्यवर्धक) होते हैं

जो आदमी जिस मकान में रहता है वह कुछ हद तक उसकी तंदुरुस्ती का फ़ैसला करता है। यह बात सभी जगहों पर और सभी तरह की जलवायु पर लागू है।

मकान ऐसा होना चाहिए कि वह उसमें रहने वाले को गर्मी और ठंडक, नमी और शुष्कता की विषमताओं से बचाए। मकान में कीड़े-मकोड़े न हों। मकान में पर्याप्त रोशनी और हवा आते रहने की व्यवस्था हो। मकान के भीतर और बाहर की हवा जहरीली या बदबूदार गैसों और गर्द से मुक्त होनी चाहिए। फशों पर और मकान के समीप पानी इकट्ठा नहीं होना चाहिए। खिड़कियों में जाली लगी होनी चाहिए जिससे कि मच्छर और मक्खियाँ अंदर न आ सकें।

#### 1 (क). मकान में हवा का निर्बाध प्रवाह होना चाहिए

मकान इस तरह का बना होना चाहिए कि हर कमरे में ताज़ी हवा पहुँच सके। जिस स्थान पर मकान बना हो वह ऐसा होना चाहिए कि पास-पड़ोस की ऊँची इमारतों के कारण हवा के निर्बाध प्रवाह में रुकावट न आने पाए।

कमरे को हवादार बनाने के लिए खिड़कियों और दरवाज़ों का मुँह पूर्व-पश्चिम की ओर होना चाहिए, जिससे कि आमतौर पर इन दिशाओं से बहने वाली हवा का लाभ उठाया जा सके। आम रिवाज़ यह है कि छत के पास दीवारों में झरोखे बना दिए जाते हैं। इन झरोखों में आमतौर पर बीचों-बीच खिड़की के दरवाज़े की तरह का एक जंगम चौखटा लगा देते हैं। इस तरह के झरोखों को हवादान (या 'रोशनदान') कहते हैं। हवादान के कारण हवा के झोंके भीतर आते रहते हैं और हवा का प्रवाह होता रहता है। जब दरवाज़े और खिड़कियाँ बंद कर दी जाती हैं तब हवादान को खुला छोड़ा जा सकता है।

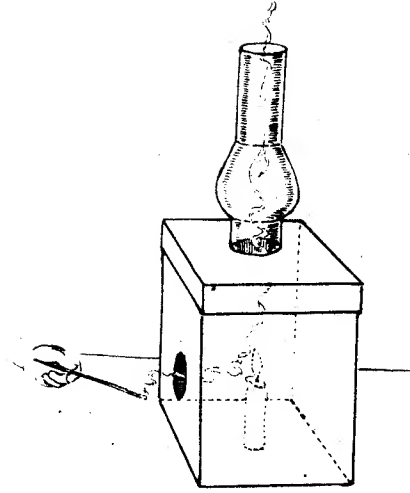
आमने-सामने दरवाज़े और खिड़कियाँ रहने से एक तरफ से ताज़ी हवा भीतर आती रहती है और दूसरी तरफ से दूषित वायु बाहर निकलती रहती है। निम्नलिखित प्रयोगों द्वारा बच्चों को हवा के निर्बाध प्रवाह की जानकारी प्राप्त करने में सहायता की जा सकती है :

प्रदर्शन	हवादान कमरे के भीतर किस तरह हवा के निर्बाध प्रवाह में सहायक होता है ?	आवश्यक सामग्री गन्ने का डिब्बा, मोमबत्ती, दियामलाई, अगरबत्ती (धूप), लैम्प की चिमनी
<p>गन्ने का कोई 30 सेंटीमीटर ऊँचा और 15 या 20 सेंटीमीटर लंबा-चौड़ा डिब्बा तैयार करें। डिब्बे का ढक्कन ऐसा हो कि अलग किया जा सके। जैसा कि चित्र 6-8 में दिखाया गया है, 1 x 1 सेंटीमीटर के दो छेद करें—एक ढक्कन में और एक डिब्बे की बगल में। छेद 'क' के ऊपर लैम्प की चिमनी रखें। डिब्बे के भीतर पेदे के बीचों-बीच मोमबत्ती रखें। मोमबत्ती जलाएँ। ढक्कन लगा दें। सुलगती अगरबत्ती छेद 'ख' के पास ले जाएँ। बच्चे देखेंगे कि छेद 'ख' के ज़रिए अगरबत्ती का धुआँ डिब्बे के भीतर जाता है और</p>		
<p>छेद 'क' के ज़रिए बाहर निकलता है। यह समझने में बच्चों की मदद कीजिए कि इस नमूने में वायु-प्रवाह किस तरह पैदा होता है। जलती हुई मोमबत्ती के ऊपर की हवा ऊपर उठती है, क्योंकि वह हल्की होती है। बाहर की ठंडी हवा डिब्बे के भीतर छेद 'ख' से गर्म हवा द्वारा खाली की गई जगह भरने के लिए आती है। यह समझने में बच्चों की मदद कीजिए कि मकान में भी ऐसी स्थिति पैदा हो जाती है। कमरे में रहने वाले लोगों की साँस की गर्म हवा छत की ओर उठती है और हवादान के ज़रिए कमरे से बाहर निकल जाती है।</p>		

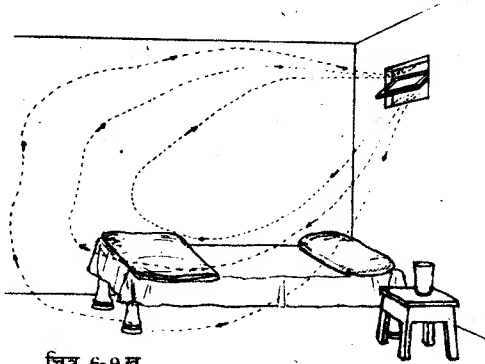
ठंडी और ताजी हवा दरवाजों और खिड़कियों से होकर आंशिक शून्य भरने के लिए भीतर आ जाती है।

चित्र 6-8

कमरे में हवा का प्रवाह किस प्रकार होता है यह ड्रम छेददार डिब्बे में समझा जा सकता है।



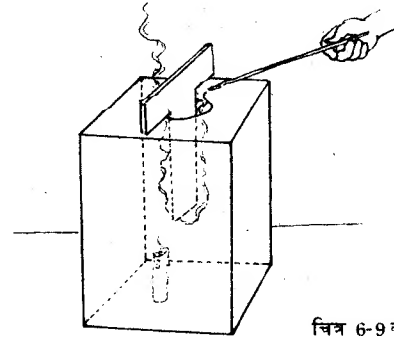
गते का एक ऐसा डिब्बा लें जिसके ढकने के बीचों-बीच एक छेद हो और ऊपर का अन्वेषण दोहराएँ। जैसा कि चित्र 6-9 में दिखाया गया है, 'I' के आकार की पत्ती से छेद को दो हिस्सों में बाँट दें। एक हिस्से के पास अगरबत्ती ले जाकर पकड़े रहें। धुआँ छेद के



चित्र 6-9 ख

चित्र 6-9 क, ख

एक ठीक प्रकार बनाए गए हवादान से ठंडी हवा भीतर प्रवेश करती है, भीतर रहने वाले स्थान में गर्म होती है और उमी से बाहर निकल जाती है।



चित्र 6-9 क

दूसरे हिस्से से निकलने लगेगा इस तरह एक ही छेद से वायु-प्रवाह चालू किया जा सकता है। रेखाचित्र की तरह हवादान का चित्र बनाएँ। चर्चा करें कि इस तरह के हवादान की सहायता से अकेला एक झरोखा भी वायु-प्रवाह में सहायक हो सकता है।

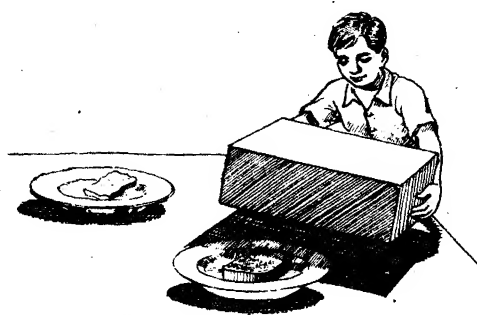
बच्चों से चर्चा करें कि आमने-मामने की दीवारों में दरवाजे, खिड़कियाँ और रोशनदान बनाने से प्रत्यक्ष वायु-प्रवाह कैसे होता है। चर्चा करें कि इससे कमरे को हवादार बनाने में कैसे सहायता मिलती है। उदाहरण के लिए, जब दरवाजों से तेज हवा आ रही हो तो बच्चों से कहिए कि कक्षा की सामने की दीवार के दरवाजे और खिड़कियाँ बंद कर दें। क्या तब भी कमरे में हवा के झोंके आते हैं?

बच्चों से पूछिए कि कभी-कभी सर्दियों में दरवाजे और खिड़कियाँ क्यों बंद रखे जाते हैं। यदि इनको सर्दियों में खुला रखा जाता तो क्या अंतर पड़ता?

### 1 (ख). भ्रमण में पर्याप्त धूप आनी चाहिए

जीवाणु मारने में धूप भी बहुत कारगर साबित होती है। इसलिए रहने के कमरे इस तरह बनाए जाने चाहिए कि दिन के समय उनमें काफी धूप आए। कमरे के दरवाजों और खिड़कियों का मुँह पूर्व या पश्चिम की ओर रखने से धूप आने

की व्यवस्था हो जाती है। ऐसा करने पर जब खिड़कियाँ और दरवाजे खुले हों तो धूप की किरणें कमरे में आ सकती हैं। निम्नलिखित प्रयोगों से बच्चे समझ जाएँगे कि जीवाणुओं की वृद्धि रोकने में धूप कितनी कारगर होती है।

<p><b>अन्वेषण</b></p>	<p><b>गीली रोटी धूप में अधिक समय तक टिकती है या अँधेरे में?</b></p>	<p><b>आवश्यक सामग्री</b> रोटी के टुकड़े 2, तश्तरियाँ 2</p>
<p>रोटी के दो टुकड़ों को पानी लगा कर गीला करें और उन्हें अलग-अलग तश्तरियों में रखें। एक तश्तरी को दिन-भर धूप में और दूसरी को अँधेरी और नम जगह में (जैसे डिब्बे के भीतर) रखें। तीसरे दिन बच्चों से तश्तरियों का प्रेक्षण करने के लिए कहें। जैसा कि चित्र 6-10 में दिखाया गया है, बच्चे पाएँगे कि रोटी का जो टुकड़ा अँधेरे में रखा गया था उस पर गहरे हरे रंग का पदार्थ (ब्रेड-मोल्ड एक साधारण पौधा) जम गया है। यह समझने में बच्चों की मदद कीजिए कि इसी तरह जीवाणु अँधेरे में तेजी से बढ़ते हैं। धूप जीवाणुओं की बढ़ को रोकती है और प्रायः उन्हें मार डालती है।</p>		 <p>चित्र 6-10 अँधेरे में गीली रोटी पर हरे रंग का पदार्थ (ब्रेड-मोल्ड) जम जाता है।</p>

बच्चों के साथ चर्चा कीजिए कि जब कपड़े तेज धूप में सुखाए जाते हैं तो कैसे उनकी 'फूँदी' गंध निकल जाती है और उसमें ताजगी आ जाती है।

1 (ग). मकान को धूल और गंदगी से मुक्त रखना चाहिए मालूम हो चुका है कि धूल और गंदगी बीमारी के जीवाणुओं के वाहक हैं। धूल अपने-आप में हानिप्रद नहीं है। नाक के पतले बाल और नाक के भीतर की भिल्ली फेफड़ों में धूल नहीं घुसने देती। वास्तव में धूल और गंदगी जीवाणुओं का वहन करती हैं। इसलिए यह महत्वपूर्ण है कि किसी भी घर में अधिक धूल और गंदगी नहीं रहनी चाहिए। मकान में रोज़ झाड़ू लगनी चाहिए और धुलाई होनी चाहिए। धूल और कूड़ा इकट्ठा करके कूड़ादान में जमा कर देना चाहिए, जिससे कि उसे बाहर फेंका जा सके।

पेड़, पौधे और घास धूल को दूर रखते हैं। फिर भी सबसे अच्छा यही है कि मकान भारी यातायात वाली और कीचड़ भरी सड़कों से दूर ही बनाया जाए। धूल से पूरी तरह बचना संभव नहीं है। हर जगह हवा में धूल के बारीक कण होते हैं। बच्चों को याद दिलाएँ कि मकान के दरवाज़ों और खिड़कियों को बंद कर देने पर भी मेज-कुर्सियों और मकान की अन्य चीज़ों पर धूल जम जाती है।

बच्चे इस उप-संकल्पना को निम्नलिखित प्रयोग से अधिक अच्छी तरह समझ सकते हैं :

बाहरी प्रेक्षण	किन परिस्थितियों में मकानों में धूल कम जमती है ?
बच्चों को कुछ ऐसे घर दिखाए जाएँ जो सड़क के पास हैं, और कुछ ऐसे भी घर दिखाए जाएँ जिनके चारों ओर बगीचा है या हरियाली है, और फलतः	जो सड़क से दूर हैं। बच्चों से यह देखने के लिए कहें कि किन घरों पर धूल अधिक है और चर्चा करें कि धूल कैसे कम की जा सकती है।

कक्षा को यह चर्चा करने के लिए आमंत्रित करें कि किसी एक जगह पर दूसरी जगहों की तुलना में मक्खियाँ ज्यादा क्यों हैं। उन्हें इस निष्कर्ष पर पहुँचने में मदद कीजिए कि मक्खियाँ गंदगी की ओर आकर्षित होती हैं।

1 (घ). मकानों के फ़र्श जल्दी सूखने वाले होने चाहिए जहाँ पानी इकट्ठा होता है वहाँ जीवाणुओं और मच्छरों के पैदा होने की संभावना बढ़ जाती है। इसलिए सावधानी अवश्य बरती जानी चाहिए कि फ़र्श ऐसे बनें कि पानी जल्द सूख जाए। परिणामतः मकानों के फ़र्श ठोस और सख्त होने चाहिए और फ़र्श पर गड्ढे या लकीरें नहीं होनी चाहिए। नमी

के रूप में भी पानी का रहना हानिप्रद है, क्योंकि इससे कमरे में सीलन रहने लगती है और कमरे की हवा में नमी आ जाती है। सीलन और गर्मी मिलकर जीवाणुओं की बाढ़ के लिए अनुकूल परिस्थितियाँ पैदा करती हैं। बढ़िया, सख्त, चिकने और सूखे फ़र्शों की आवश्यकता समझाने के लिए बच्चों को निम्नलिखित काम करने के वास्ते प्रोत्साहित करें :

चर्चा	आम तौर से किस तरह के फ़र्श नम रहते हैं ?
“किस तरह के फ़र्श आमतौर पर नम रहते हैं ?” इस प्रश्न को अगले सप्ताह की चर्चा का विषय निर्धारित कर दें। छात्रों को उत्साहित कीजिए कि इस अवधि में तरह-तरह के जो फ़र्श उनकी नज़र में आएँ उन्हें	वे ग़ौर से देखें और उनकी शुष्कता की तुलना लिखें। इस तरह प्राप्त आधार-सामग्री पर चर्चा से बच्चों को इस नतीजे पर पहुँचने में मदद कीजिए कि फ़र्श तभी नम रहते हैं जब ( i ) फ़र्श में गड्ढे हों ( ii ) जिस सामग्री

का फर्श बना हो उसमें सूक्ष्म छिद्र हों और वह पानी को अवशोषित करके उसे बहने न दे। बच्चे यह भी

पाएँगे कि पानी के इस्तेमाल के बारे में अधिक सावधानी बरतने पर फर्श को सूखा रख सकते हैं।

बच्चों को अपने माता-पिता से पूछने के लिए कहिए कि यह किस तरह संभव है कि फर्श बनाने में अधिक खर्च भी न आए और वह सूखा भी रहे।

### 1 (ड). मकानों की खिड़कियों में तार की जाली होनी चाहिए

खिड़कियों पर तार की जाली लगी हो तो मक्खियाँ कमरे में नहीं आ पातीं। दूसरे कीटों को भी कमरे के भीतर आने का रास्ता नहीं मिलता। बरसात के मौसम में यह सावधानी

और भी जरूरी है। छोटे बच्चों के समय, जब बलियाँ जल रही होती हैं, आते हैं। लिखित कामों द्वारा बच्चों को यह समझने में मदद कीजिए। तार की जाली से मक्खियों को कमरे में आने से रोका जा सकता है।

#### शिक्षक प्रदर्शन

#### जालियाँ मक्खियों को कैसे दूर रखती हैं ?

आवश्यक सामग्री  
मिठाई की दो तश्तियाँ, जाली का टुकड़ा

बच्चों को दो तश्तरियों में मिठाई रखने के लिए आमंत्रित करें—एक तश्तरी जाली से ढकी हो और दूसरी पर जाली न हो। बच्चों से गौर करने के लिए कहें कि किस तश्तरी पर ज्यादा मक्खियाँ हैं। जैसा कि चित्र 6-11 में दिखाया गया है, बच्चे पाएँगे कि जाली मक्खियों को मिठाई तक नहीं पहुँचने देती।

चित्र 6-11

जालियाँ मक्खियों को खाद्य पदार्थ से दूर रखती हैं।



बच्चों से चर्चा करें कि मक्खियों को दूर रखने के लिए और क्या उपाय किए जा सकते हैं। इस बारे में चर्चा के लिए जाली क्यों अच्छी होती है ?

### 2. मकान बनाने में विविध सामग्रियों का प्रयोग होता है

मकान बनाना बहुत बड़ा काम है। अपने-अपने धंधे में कुशल बहुत-से कारीगरों की मेहनत से मकान तैयार होता है। इसलिए अच्छा मकान बनाने में न केवल बहुत-से कुशल

कारीगरों की बल्कि तरह-तरह के सामान की भी जरूरत पड़ती है। प्रत्येक सामग्री अपने विशेष गुण-धर्म के कारण चुनी जाती है।

जिन दीवारों को ठोस और मजबूत बनाना जरूरी होता है उन्हें ईंट, गीली मिट्टी या लकड़ी से बनाया जाता है। छतें, जो मकान में रहने वालों को सूरज की गर्मी और वर्षा से बचाने के लिए होती हैं, आमतौर पर ऐसी सामग्रियों से बनाई जाती हैं जो पानी का अवशोषण न करें और गर्मी को भी दूर रखें। बहुत-से आधुनिक मकान कंक्रीट और ईंटों से बनाए जाते हैं। मकानों की छतें बनाने के लिए प्रायः लोहे और ऐसबेस्टॉस की नालीदार चादरों का इस्तेमाल किया जाता है, क्योंकि वे सस्ती भी पड़ती हैं और नमी को भी दूर रखती हैं। इसी तरह छतों और फशों के लिए खपरैलों और टाइलों का उपयोग किया जाता है, क्योंकि वे न तो जल सकती हैं और न नमी को आश्रय देती हैं। छतें छाने के लिए काम में आने वाला छप्पर भी गर्मी और ठंड को दूर रखता है। वह मूर्य की गर्मी दूर रखने में बहुत सफल रहता है। लेकिन छप्पर पर गर्द जम सकती है, उसमें नमी भी आ जाती है और वह आग भी पकड़ सकता है।

फशों को साफ और सूखा रखने की आवश्यकता होती है इसलिए उनको बनाने में पत्थर, ईंट या कंक्रीट का उपयोग किया जाता है। दीवारों पर प्रायः पलस्तर कर दिया जाता है, जिससे कि वे साफ और सूखी रहें।

2 (क). मकान की दीवारें ईंट, मिट्टी या लकड़ी की बनती हैं लागत और उद्देश्य का ध्यान रखते हुए मकान की दीवारें ईंट, मिट्टी या लकड़ी की बनाई जा सकती हैं। ईंटों का उपयोग तब किया जाता है जब मजबूत इमारत बनानी हो। आजकल मकान की दीवारें सामान्यतः ईंटों से बनाई जाती हैं। गाँवों में अधिकतर मकान मिट्टी की धूप में सुखाई गई ईंटों से बनाए जाते हैं और कुछ लकड़ी के भी होते हैं। बच्चों को निम्नलिखित कामों के लिए आमंत्रित करें जिससे उन्हें यह विचार समझने में सहायता मिले कि दीवारें विभिन्न प्रकार की सामग्री से बनाई जा सकती हैं।

बाहरी प्रेक्षण	दीवार बनाने के लिए सामान्यतः किन-किन सामग्रियों का उपयोग किया जाता है ?
बच्चों को ऐसे स्थान पर ले जाएँ जहाँ मकान बन रहा हो। उन्हें दिखाइए कि दीवार किस तरह उठाई जा रही है। उनसे दीवार खड़ी करने में इस्तेमाल	होने वाली सामग्रियों की उपयोगिता की चर्चा करें, जैसे ईंटें सहारा देने के लिए हैं और गारा या प्लस्टर उन्हें जोड़ने के लिए है।

बच्चों से चर्चा करें कि टीन की चादरों और लकड़ी की संरचनाओं का उपयोग विभाजक दीवार के रूप में किस प्रकार किया जाता है। उनसे क्या-क्या लाभ होते हैं ? (वे जगह कम घेरती हैं)

2 (ख). मकानों की छतें कंक्रीट, खपरैल, धातु या ऐसबेस्टॉस की नालीदार चादरों और छप्परों की बनाई जाती हैं

छतों का उद्देश्य सूरज की गर्मी और वर्षा को दूर रखना होता है। छतें बनाने के लिए विविध प्रकार की सामग्रियों का उपयोग किया जाता है। बहुत-से आधुनिक मकानों की छतें चपटी और कंक्रीट की बनी होती हैं। कंक्रीट पर पानी

नहीं ठहरता और वह गर्मी भी दूर रखती है। वह मजबूत और टिकाऊ भी होती है। गाँव के कुछ मकानों की छतें नालीदार ऐसबेस्टॉस की होती हैं। लेकिन अधिकतर मकानों या भोंपड़ों की छतें छप्पर की होती हैं। ताड़ के सूखे पत्तों से बने छप्पर की छत बढ़िया और हल्की होती है। लेकिन हर साल वर्षा के पहले उसे दुबारा तैयार करना पड़ता है। छप्पर चूँकि उत्तम ऊष्मा-अवरोधक होता है इसलिए वह गर्मियों में भी कमरों



को ठंडा रखता है। बच्चे निम्नलिखित काम द्वारा अधिक अच्छी तरह समझ सकते हैं कि छतें तरह-तरह की सामग्रियों

से बनाई जा सकती है :

बाहरी प्रेक्षण	छतें बनाने में कौन-कौन-सी सामग्री प्रयुक्त होती है ?
बनता हुआ मकान देखने के लिए बच्चों को आमंत्रित कीजिए। प्रेक्षण का कार्यक्रम इस तरह बनाइए कि	बच्चे छत बनाने में काम आने वाली सामग्रियों को देख सकें और उस पर चर्चा कर सकें।

बच्चों से अपने माता-पिता से यह चर्चा करने के लिए कहें कि छतें बनाने में और किन-किन सामग्रियों का प्रयोग किया जा सकता है।

बच्चों से कहा जा सकता है कि छत बनाने में काम आने वाली विभिन्न वस्तुओं के नमूने एकत्र करें और उन्हें कक्षा में प्रदर्शन के लिए ले आएँ।

**2 (ग). मकानों के फ़र्श ईंट, सीमेंट या पत्थर के बनते हैं**  
चूँकि फ़र्शों को पानी से धोने और साफ़ करने की ज़रूरत होती है इसलिए बहुत ज़रूरी है कि फ़र्श की ऊपरी सतह ऐसी सामग्री की हो जो जल्द सूख जाए और जिसमें नमी न रहे। गाँवों में अब भी ऐसे भोपड़ें मिल जाएँगे जिनका फ़र्श कच्चा होता है और ये फ़र्श गोबर से लीपे जाते हैं। इस तरह के फ़र्श सस्ते पड़ते हैं, लेकिन उनकी देखभाल बराबर करनी पड़ती

है। कंक्रीट का फ़र्श सबसे उत्तम होता है। कस्बों और शहरों में कमरों के फ़र्श कंक्रीट के या संगमरमर का चूरा मिले कंक्रीट के बनाए जाते हैं। कुछ पुरानी इमारतें ऐसी भी मिल जाएँगी जिनके फ़र्श ईंट या पत्थर के बने हुए हैं। इस तरह के फ़र्श सफ़ाई की दृष्टि से अच्छे नहीं होते, क्योंकि ईंट या पत्थर के फ़र्श के छोटे-छोटे गड्ढों में पानी भर जाता है। निम्नलिखित कामों से इस विषय में बच्चों की दिलचस्पी ज्यादा बढ़ेगी।

कक्षा-प्रायोजना	हमारे मकानों के फ़र्श दूसरों के मकानों की तुलना में कैसे है ?
क्या बच्चों ने पता लगाया है कि उनके मकान का फ़र्श किस प्रकार का है और वह उनके पड़ोसियों के मकानों के फ़र्शों की तुलना में कैसा है। वे पता करें कि क्या उनके घर के आस-पास किसी मकान का फ़र्श	ईंट या पत्थर का है। यह चर्चा करने में उनकी सहायता कीजिए कि किस तरह के फ़र्श अच्छे होते हैं। किन कारणों से ?

**2 (घ). पलस्तर चढ़ाने से दीवारें साफ़ और सूखी रहती हैं**

कमरे की दीवारों को सूखा रखने के लिए ऐसी सामग्री का उपयोग किया जाता है जो नमी को दूर रखे। ऐसी सबसे आम

सामग्री है पलस्तर। पलस्तर चूने, बालू, सीमेंट और पानी के मिश्रण से बनता है। बच्चे यदि निम्नलिखित काम करें तो यह उप-संकल्पना उनकी समझ में अधिक अच्छी तरह आ जाएगी :

कक्षा प्रायोजना	पलस्तर सतह को किस तरह सूखा रखता है ?	आवश्यक सामग्री ईटें, बालू, चूना, सीमेंट
<p>कुछ चूना, बालू और सीमेंट प्राप्त करें। तीन अलग-अलग मिश्रण : (1) चूना, बालू और पानी, (2) सीमेंट, बालू और पानी, (3) चूना, सीमेंट, बालू और पानी मिलाकर तैयार करें। इन पलस्तरों को अलग-अलग ईंटों पर चढ़ाने में बच्चों की मदद करें। ईंटें सूख जाने दें। बच्चों को यह देखने के लिए आमंत्रित करें कि कौन-सा पलस्तर अधिक अच्छी तरह चढ़ा है। इन ईंटों को कुछ देर के लिए पानी में डालें, फिर निकाल कर आवश्यक पानी पोंछ दें। बच्चों को यह पता लगाने में सहायता दीजिए कि पलस्तर चढ़ी कौन-सी ईंट सबसे जल्दी सूखती है।</p>		

बच्चों से अपने-अपने माता-पिता से यह चर्चा करने के लिए कहें कि दीवारों पर पलस्तर चढ़ाने के लिए और किन-किन सामग्रियों का उपयोग किया जा सकता है।

बच्चों से एक ऐसी दीवार साफ करने के लिए कहें जिस पर पलस्तर चढ़ा है और दूसरी ऐसी दीवार जिस पर पलस्तर नहीं है। किस दीवार को साफ, सूखा और स्वच्छ रखना आसान है ?

#### अच्छी तरह समझने के लिए

मकानों के फर्श और दीवारें बहुत-सी सामग्रियों से ढकी हुई हैं। आजकल कंक्रीट का इस्तेमाल बहुत सामान्य हो गया है। कंक्रीट सीमेंट, बालू, कंकड़ और पानी के मिश्रण से बनता है। सीमेंट विभिन्न उपादानों को संयोजित कर देता है। चूना खुद चूना पत्थर और मिट्टी का मिश्रण है। इसे तब तक पकाया

जाता है जब तक कि वह सख्त द्रव्यमान न बन जाए। फिर उसे पीस कर चूर्ण बना लेते हैं। तब इस सीमेंट में चूना, बालू और पानी की उचित मात्राएँ मिला कर पलस्तर तैयार किया जाता है। जब सीमेंट का पलस्तर कुछ सूख जाता है तब उसे एक सप्ताह तक पानी डाल-डाल कर नम बनाए रखते हैं। इससे सीमेंट के पलस्तर को 'जमाने' में सहायता मिलती है।

### 3. वस्त्र लोगों के शरीर का बचाव करते हैं और उनका स्वरूप निखारते हैं

आधुनिक जीवन के लिए वस्त्र जरूरी हैं। वस्त्र शरीर को मौसम और जलवायु से समंजन स्थापित करने में सहायता देते हैं। वस्त्र गर्मी, सर्दी और वर्षा से हमारी रक्षा करते हैं। हम जो वस्त्र पहनते हैं वे बहुत हद तक मौसमों पर निर्भर करते हैं। जिस जलवायु में हम रहते हैं उसका भी वस्त्रों पर

असर पड़ता है। वस्त्र व्यक्ति के स्वरूप को समृद्धतर करते हैं और उसका आकर्षण बढ़ाते हैं।

3 (क). वस्त्र धूप, वर्षा, धूल और कीटों के काटने (कीट-बंश) से शरीर की रक्षा करते हैं  
वस्त्र ग्रीष्मकाल में अत्यधिक गर्मी और शीत ऋतु में सर्दी

से बचाव के लिए पहने जाते हैं। वर्षा से बचाव के लिए खास किस्म के वस्त्र पहने जाते हैं। वस्त्र शरीर को धूल से बचाते

हैं और कीट-दंश से रक्षा करते हैं। बच्चों को वस्त्रों की उपयोगिता समझाने के लिए निम्नलिखित काम कराए जाएँ :

चर्चा	कपड़ों की क्या उपयोगिता है ?
बच्चों से निम्नलिखित प्रश्नों पर चर्चा करें : इस समय आप किम तरह के वस्त्र पहने हैं ? वे सूती हैं या ऊनी ? क्या सर्दियों में वस्त्रों के बिना आपका काम चल सकता है ? सर्दियों में आप कैसे वस्त्र पहनते हैं ? क्या आप गर्मियों में भी वही वस्त्र पहनेंगे ? क्यों ? गर्मियों में यदि आप चिलचिलाती धूप में वस्त्र पहने	बिना खड़े हों तो कैसा लगता है ? बच्चों को बाँह के आमतौर पर ढके और खुले हिस्सों का प्रेक्षण करने दें। चर्चा करें कि उनके रंग में अंतर क्यों है ? इस तरह के सवालों के द्वारा बच्चों को यह समझने में सहायता करें कि कपड़े धूप, वर्षा, धूल और कीट-दंश से शरीर की रक्षा करते हैं।

बच्चों से विभिन्न प्रकार के कपड़ों के नमूने जमा करने के लिए और उन पर सूती, ऊनी, रेशमी आदि का 'लेबल' लगाने के लिए कहा जा सकता है।

कभी-कभी हम मच्छरों के कारण सो नहीं पाते। चर्चा करें कि किस तरह मच्छरदानी और ओढ़ने की चादर इस मामले में हमारी सहायता कर सकती है।

### 3 (ख). साफ़-सुथरे वस्त्र हमें आकर्षक बनाते हैं

यह सामान्य तथ्य है कि अच्छे वस्त्रों में आदमी आकर्षक दिखता है। किसी आदमी को जब दूसरों पर अच्छा प्रभाव डालना होता है तो वह सबसे अच्छे वस्त्र पहनता है। अच्छे

वस्त्र व्यक्ति को अधिक आकर्षक बनाते हैं, यह बात बच्चों को समझाने के लिए बच्चों को निम्नलिखित कामों के वास्ते उत्साहित करें :

चर्चा	कैसे वस्त्र हमारा स्वरूप निखारते हैं ?
गंदे वस्त्र पहने सड़क के बच्चों से कक्षा के बच्चों की तुलना करने के लिए कहें। पूछिए कि कौन अच्छा दिखता है और क्यों ? उन्हें इस विषय पर चर्चा करने	दीजिए कि अलग-अलग किस्म के वस्त्रों में स्वरूप बदला हुआ क्यों नज़र आता है।

#### 4. विभिन्न ऋतुओं और जलवायु में अलग-अलग किस्म के वस्त्र पहने जाते हैं

दुनिया भर के सभी लोग वस्त्र पहनते हैं, लेकिन जिस किस्म के वस्त्र वे पहनते हैं उनमें स्थान-भेद और ऋतु-भेद के कारण अंतर होता है।

अधिक गर्म देशों में लोग कमी-कमी बहुत कम वस्त्र पहनते हैं। ऐसा इसलिए होता है कि गर्मी प्रायः इतनी अधिक होती है कि लोगों को वस्त्र न पहनना ही सुविधाजनक मालूम होता है। जो वस्त्र पहने जाते हैं वे पसीने से भीग जाते हैं और उनमें बदबू आने लगती है। दक्षिण भारत, मध्यवर्ती अफ्रीका के क्षेत्रों और दूसरे बहुत-से गर्म देशों में लोग केवल कमर ढकने के लिए वस्त्र पहनते हैं। लुंगी सूती होती है और पतली तथा हल्की भी होती है। शरीर का ऊपरी आधा भाग नंगा ही रहता है।

बहुत शीत स्थानों पर रहने वाले, जैसे उत्तरी ध्रुव प्रदेश के लोग, ऊन के मोटे अथवा जानवरों की खाल या समूर के कपड़े पहनते हैं। चमड़ा एक ऐसी चीज है जिसमें हवा आसानी से नहीं घुस पाती। इसलिए यह समझना आसान है कि दस्ताने चमड़े के क्यों बनते हैं। कमी-कमी शीत देशों में पहनने के लिए समूर उलट दिया जाता है जिससे कि रोएँ भीतर की तरफ रहें। समूर के बाल एक-दूसरे पर इस तरह गफ़ कर बैठते हैं कि बीच की खाली जगहों में वायु परिसंचरण की

गुंजाइश नहीं रहती। जब हवा का परिचलन नहीं हो सकता तो गर्मी की निकासी के रास्ते बंद हो जाते हैं और शरीर की गर्मी नष्ट नहीं होने पाती। ऐसा इसलिए होता है कि हवा ऊष्मा का अच्छा संचालक नहीं है।

यूरोप के जैसे ठंडे देशों में लोग ऊन के बने वस्त्र पहनते हैं। जब कि गर्म देशों के निवासी आमतौर पर हल्के सूती वस्त्र पहनते हैं।

#### 4 (क). सूती वस्त्र गर्मियों में और ऊनी वस्त्र सर्दियों में पहने जाते हैं

मनुष्य ऐसे वस्त्र चुनता है जो उसे सर्दियों के मौसम में गर्माहट और गर्मी के मौसम में ठंडक पहुँचाएँ और वर्षा ऋतु में पानी से बचाएँ। समूर, ऊन और चमड़े के कपड़े शरीर को गर्माहट देने के लिए पहने जाते हैं। गर्मियों में ढीले-ढाले और हल्के सूती वस्त्र शरीर को ठंडक पहुँचाते हैं। जिन चीजों से वस्त्र तैयार किए जाते हैं उनमें से कुछ शरीर की ऊष्मा को बाहर नहीं जाने देते। इसके विपरीत कुछ ऐसे होते हैं जो शरीर की ऊष्मा को निकलने देते हैं। इन विचारों को समझने के लिए बच्चों को निम्नलिखित काम करने के लिए आमंत्रित करें:

चर्चा	हमारे गर्मियों के वस्त्र जाड़ों के वस्त्रों से भिन्न क्यों होते हैं ?
<p>बच्चों से निम्नलिखित ढंग से चर्चा करें। आप वस्त्र क्यों पहनते हैं ? इस समय आप किस किस्म के वस्त्र पहने हैं ? क्या इसी तरह के वस्त्र बारहों महीने पहनते हैं। यदि नहीं तो क्यों नहीं ? क्या कारण है कि आप सर्दियों में ऊनी वस्त्र पहनते हैं ? क्या आप गर्मियों में भी ऊनी वस्त्र पहनेंगे ? अगर नहीं तो क्यों ?</p>	<p>गर्मियों में आप कैसे वस्त्र पहनते हैं ? जब आपको उपरोक्त प्रश्नों के संतोषजनक उत्तर मिल जाएँ तो बच्चों को यह समझने में मदद कीजिए कि लोग गर्मियों में हल्के और सूती वस्त्र पहनते हैं और जाड़ों में ऊनी और भारी वस्त्र।</p>

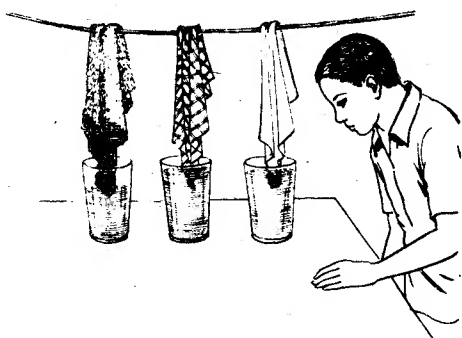
बच्चों से कहा जा सकता है कि जिन कपड़ों से पोशाकें बनती हैं उनके नमूने एकत्र करें। वे इन नमूनों को दो वर्गों में विभाजित करें: (क) गर्मियों की पोशाक के लिए, (ख) सर्दियों की पोशाक के लिए। नरमाई, चिकनाई, खुरदुरापन और हल्केपन की दृष्टि से सभी किस्म के नमूनों की तुलना करें।

बच्चों से चर्चा करें कि गर्मियों के लिए खादी क्यों अच्छी रहती है। वह 'लू' से तथा गर्म हवा से रक्षा करती है और पसीना सोख लेती है।

#### 4 (ख). कुछ किस्म के कपड़े गर्मियों में शरीर से निकला पसीना अवशोषित कर लेते हैं

गर्मियों में बनियाइन-सरीखे मुलायम वस्त्र सबसे नीचे पहने जाते हैं क्योंकि उनमें पसीने को अवशोषण करने का गुण होता है। उनका कपड़ा खास किस्म का होता है और खास

ढंग से बुना जाता है। उसकी बनावट इस तरह की होती है कि उसके स्पर्श से खाल को चुम्बन नहीं मालूम होती। बच्चे इस उप-संकल्पना को समझ सकें, इसलिए उन्हें निम्नलिखित प्रयोगों के लिए आमंत्रित कीजिए :

अन्वेषण	कौन-सा कपड़ा सबसे जल्दी नमी सोखता है ?	आवश्यक सामग्री विभिन्न प्रकार के कपड़े, गिलास
<p>बच्चों से कहें कि वे विभिन्न प्रकार के कपड़ों के नमूने लाएँ। बराबर लंबाई की पट्टियाँ कटवा ली जाएँ। बच्चों से कहें कि वे एक ही आकार के गिलासों में बराबर की ऊँचाई तक पानी भरें। हर गिलास में अलग-अलग पट्टियाँ एक-एक मिनट के लिए डुबाई जाएँ, जैसा कि चित्र 6-12 में दिखाया गया है। इसके बाद कपड़े की पट्टियाँ गिलासों से निकाली जाएँ और उनका फालतू पानी गिलासों में टपकने दिया जाए। हर कपड़े को अरगनी पर सूखने डाल दें। अब बच्चे पता लगाएँ कि हर नमूने ने कितना पानी सोखा और हर नमूने को सूखने में कितना समय लगा। उन्हें पता लगेगा कि कुछ कपड़े दूसरों के मुकाबले में अधिक पानी का अवशोषण करते हैं।</p>		
 <p>चित्र 6-12 कुछ प्रकार के कपड़े नमी को शीघ्र सोखते हैं।</p>		

बनियाइन और मोजों का कपड़ा कमीजों और पतलूनों के कपड़ों से क्योंकर भिन्न होता है ? बच्चों से चर्चा करें कि तैयार पोशाक खरीदते समय किस बात को सबसे अधिक महत्व देना चाहिए : मूल्य या रंग को अथवा कपड़े के ठीक बैठने (फिटिंग) को।

अच्छी तरह से समझने के लिए

पोशाक के लिए कपड़े का चुनाव करते समय कपड़े की प्रकृति

को सबसे अधिक महत्व दिया जाता है। ऊन का कपड़ा सबसे गर्म कपड़ों में गिना जाता है। ऊनी कपड़े के रेशों के बीच धिरी जगहें ऐसी होती हैं कि उनसे होकर वायु का परिसंचरण

आसानी से नहीं हो सकता। गर्मियों में ढीली और खुली बनावट के कपड़े अच्छे होते हैं क्योंकि इस मौसम में ऐसे ही कपड़े चाहिए जो हवा के संचरण में बाधक न बनें। इससे पसीना जल्दी सूख जाता है। पसीना जितनी जल्दी सूखता है उतनी ही अधिक ठंडक महसूस होती है।

शरीर को आराम पहुँचाने में पोशाक के ठीक बैठने का भी महत्व है। कुछ लोग चुस्त पोशाक पसंद करते हैं और कुछ ढीली-ढाली। सर्दियों में गले के चारों ओर लिपटा कपड़ा गर्मी की निकासी रोकता है। उसमें फँसी हवा की परत शरीर की गर्मी को बाहर नहीं निकलने देती। पोशाक का कपड़ा

चुनते समय उसके भार का भी ध्यान रखना चाहिए। कपड़ा जितना भारी होगा रेशों की उतनी ही अधिक परतें होंगी। इससे वायु-संचरण से रहित घिरी जगहों की संख्या बढ़ जाती है और इस तरह शरीर की गर्मी के बाहर निकलने की गुंजाइश समाप्त हो जाती है। पोशाक के चुनाव में रंग की भी महत्वपूर्ण भूमिका होती है। गहरे रंग के कपड़े विकीर्ण ऊर्जा को अवशोषित कर लेते हैं इसलिए वे जल्द गर्म हो जाते हैं। लेकिन सफेद कपड़े कम ऊर्जा अवशोषित करते हैं, क्योंकि उन पर गिरने वाली अधिकतर ऊष्मा किरणें परावर्तित हो जाती है। यही कारण है कि लोग गर्मियों में प्रायः सफेद, सूती कपड़े पहनते हैं।

### 5. धागा और सूत प्राकृतिक तथा कृत्रिम रेशों से बनते हैं

धागा या सूत बुनकर कपड़ा बनाया जाता है। कपास, सन (लिनन), ऊन या रेशम के रेशों को कात कर लंबे-लंबे तंतु-गुच्छे बना लिए जाते हैं। रेशे पौधों, जानवरों या कृत्रिम स्रोतों से प्राप्त बाल सरीखे वागीक तंतु होते हैं।

इस तरह रेशा हर तरह का कपड़ा तैयार करने के लिए कच्चे माल के रूप में काम आता है। कुछ रेशे प्राकृतिक स्रोतों से प्राप्त होते हैं। उदाहरण के लिए कपास के पौधे से रूई मिलती है जिसमें रेशे ही रेशे होते हैं। रूई के रेशों को कात कर सूत बनाया जाता है और तब उसे बुनकर सूती कपड़ा तैयार किया जाता है। सन के कपड़ों के लिए सन के पौधे (पटुआ) से रेशे प्राप्त किए जाते हैं। ऊन और रेशम के रेशे जीव-जगत से प्राप्त होते हैं।

आजकल बहुत-सा कपड़ा रेयन, नाइलॉन, डैकरॉन और टेरीलीन जैसे कृत्रिम रेशों का बनाया जाता है। काँच और एसबेस्टॉस के कटे धागे को या धातु के बारीक तारों को भी

बुन कर कपड़ा तैयार किया जाता है। आगे जिस उप-संकल्पना का जिक्र किया जा रहा है वह बच्चों को कपड़ा तैयार करने के बारे में जानकारी देने के लिए है।

#### 5 (क). कपास और सन पौधों से प्राप्त किया जाता है

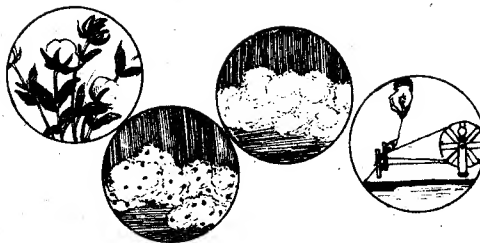
भारत और ऊष्ण कटिबंध के अन्य देशों में अधिकतर कपास के ही कपड़े बनाए जाते हैं। कपास के बीजों के चारों ओर रूई के रेशे होते हैं। ये मुलायम और फूले-फूले-से होते हैं। रेशों का दूसरा सामान्य पौधा है सन, जो सन के पौधों से प्राप्त किया जाता है। इसका रेशा लंबा, चमकदार और चिकना होता है। सन में पानी अवशोषित करने का अच्छा-खासा गुण है। इसलिए रूमाल, मेज़पोश, नेपकिन और गर्मियों के वस्त्र बनाने में उसका उपयोग किया जाता है। निम्नलिखित कामों में भाग लेने से छात्रों की समझ में यह बात ज्यादा अच्छी तरह आ जाएगी :

अन्वेषण	रूई और सूती धागे में क्या अंतर होता है ?	आवश्यक सामग्री सूती धागा, ऊनी धागा, धुनी रूई रूई
बच्चों से थोड़ी-सी रूई इकट्ठा करने और उसकी बालों जैसी बनावट का अनुभव करने के लिए कहें।		इसकी तुलना उन्हें रूई के धागे से करने दीजिए। बच्चों को, जैसा कि चित्र 6-13 में दिखाया गया है, कटे

हुए रेशों और रुई में तुलना करने के लिए प्रोत्साहित कीजिए। ऊन के रेशों और रुई के रेशों की तुलना कीजिए।

चित्र 6-13

सूती धागे कई चरण में तैयार होते हैं।



बच्चों को कपास की डोंडी दिखाइए और चर्चा कीजिए कि कताई से पहले रेशों को बीज से कैसे अलग करते हैं।

बच्चों को सन का कपड़ा दिखाइए और रुई के कपड़े से तुलना करने में उनकी सहायता कीजिए।

#### 5 (ख). रेशम के कीड़ों से रेशम प्राप्त किया जाता है

कुछ पतंगों की इल्ली ('लार्वा') अपने चारों ओर जो कोवा ('कूकून') बुनती है उसकी बाहरी दीवार से रेशम प्राप्त किया जाता है। यद्यपि पूर्ण विकसित प्राणी पतंगा होता है तथापि उसकी इल्ली रेंगने वाले कीड़े जैसी दीखती है। इसलिए उसे रेशम का कीड़ा कहते हैं।

रेशम के कीड़े आमतौर पर नहीं पाए जाते। लेकिन पतंगे सभी जगह होते हैं। इनमें से कुछ सामान्य कीड़े या 'लार्वा' कोवा बनाने हैं। यद्यपि इनसे रेशम नहीं प्राप्त किया जा सकता तथापि बच्चे नीचे मुभाए गए प्रयोगों से इतना तो समझ ही सकते हैं कि 'लार्वा' कोवा कैसे तैयार करता है:

#### अन्वेषण

#### लार्वा कोवा कैसे बनाते हैं ?

#### आवश्यक सामग्री

पतंगे का 'लार्वा', टहनियाँ, पत्तियाँ,  
पारदर्शी कागज (मेलोफेन),  
जूते का डिब्बा



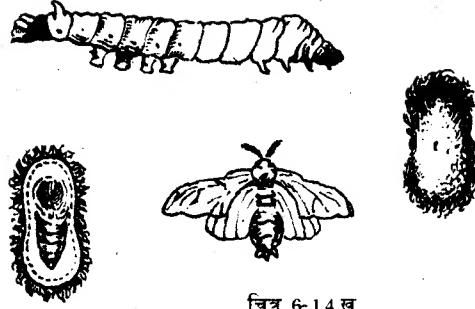
चित्र 6-14 क

जूते के डिब्बे की एक दीवाल निकाल कर उसकी जगह सेलाफोन लगाएँ। इस तरह एक पारदर्शी खिड़की बन जाएगी। इस डिब्बे के अंदर तितली या कीड़े का एक 'लार्वा' रखें और उसके साथ उस पौधे की टहनियाँ और पत्तियाँ भी रखें जिस पर वह पाया गया था। बच्चों

चित्र 6-14 क, ख

रेशम के कीड़े रूप बदलते हैं। लार्वा धीरे-धीरे कोवा बनाता है। अंत में पूर्ण विकसित कीड़ा कोवा के बाहर निकल आता है।

से कोई तीन सप्ताह तक समय-समय पर, उसका प्रेक्षण करते रहने के लिए कहें। वे पाएँगे कि 'लार्वा' शुरू-शुरू में पत्ती आदि खाने में बहुत तेज है। लगभग दो सप्ताह बाद 'लार्वा' कोवा बनाना प्रारंभ कर देता है। फिर वह कोवा के भीतर निष्क्रिय हो जाता है। कुछ समय बाद पूर्ण विकसित कीड़ा कोवा के बाहर निकल आता है—उसका रूप पूर्णतः बदल चुका होता है।



चित्र 6-14 ख

बच्चों से अपने माता-पिता के साथ यह चर्चा करने के लिए कहें कि प्राकृतिक रेशम (रेशम कीड़े से प्राप्त) अच्छा होता है या नकली रेशम अथवा अन्य कृत्रिम रेशा।

#### अच्छी तरह समझने के लिए

किसी भी ऐसे 'लार्वा' (इल्ली) को 'रेशम कीड़ा' कहा जाता है जो अपने चारों ओर रेशमी रेशों को कोवा कातता है और जिससे रेशमी कपड़ा बनाया जा सकता है। शहतूत का शलभ (बांबीक्स मोरी) रेशम कीड़े की एक सामान्य किस्म है। यह ऐसे पतंगों का 'लार्वा' है जिसका शरीर छोटा लेकिन मोटा होता है, पाँव मजबूत होते हैं और पंख चौड़े होते हैं।

मादा पतंगा 200 से 500 तक अंडे देती है। उनका आकार पिन के मस्तक के बराबर होता है। अंडों को इकट्ठा करके 10° सेंटीग्रेड ताप पर शुष्क परिचलनशील वातावरण में रखा जाता है। बसंत ऋतु में तापमान 23° सेंटीग्रेड कर दिया जाता है। लगभग 10 दिन में अंडों से 'लार्वा' निकल आता है। तब 'लार्वा' को छिद्रमुक्त कागज के तख्तों से ढक देते हैं। उसके ऊपर शहतूत के कटे हुए पत्ते बिखरा दिए जाते हैं।

छोटा 'लार्वा' आधा सेंटीमीटर लंबा होता है। वह लगभग अपने भार के बराबर पत्तियाँ रोज खाता है। इसलिए दिन में कई-कई बार शहतूत की पत्तियाँ डालनी पड़ती हैं। लगभग

छः सप्ताह तक 'लार्वा' बढ़ता रहता है और उसकी लंबाई आठ सेंटीमीटर हो जाती है। इस अवधि में वह अपनी केंचुल चार बार बदलता है। हर बार उसकी खाल पहले से बड़ी होती जाती है।

अब 'लार्वा' पत्ती खाना बंद कर देता है। देखने पर उसका आकार छोटा हो जाता है। वह अपने चारों ओर रेशम का तार लपेटना शुरू करता है। कोवा जब पूरा होता है तो आकार में लार्वा की आरंभिक लंबाई से छोटा होता है। कोवा पूरा होने में कोई पाँच दिन लगते हैं। इस अवधि में एक लार्वा 600 से 900 मीटर रेशमी रेशा, जिसे तंतु कहते हैं, कात लेता है।

कोवा बनने के 15-20 दिन बाद वयस्क पतंगा कोवा तोड़ कर बाहर निकलता है। इसके बाद वह अंडे देकर तुरंत मर जाता है। लेकिन कटा हुआ कोवा रेशम का धागा तैयार करने के उपयुक्त नहीं होता। जब पतंगा कोवा तोड़ या काट देता है तो बहुत-सा रेशम बेकार चला जाता है इसलिए कोवा तैयार हो जाने पर उसे उबलते पानी में डाल कर भीतर का कीड़ा मार डालते हैं।

कोवा का रेशमी तंतु बहुत बारीक होता है। उपयोग के लायक मजबूत धागा बनाने के लिए कई तंतुओं को एक साथ



रख कर एंठ देते हैं और तब उन्हें गिरियों पर लपेट लेते हैं। एक अच्छे कोवा से 700 मीटर तक लंबा बढ़िया तंतु निकल सकता है। गिरियों पर लिपटा रेशम धागा कच्चा रेशम कहलाता है।

एक ग्राम अंडों से (एक ग्राम में 700 से 1400 अंडे चढ़ते हैं) 1500 ग्राम कोवा या लगभग 150 ग्राम कच्चा रेशम प्राप्त किया जा सकता है।

रेशम के कीड़े पालने के लिए शहतूत की हरी पत्तियों का प्रचुर मात्रा में उपलब्ध होना बहुत आवश्यक है। एक किलोग्राम कोवा प्राप्त करने के लिए शहतूत की 16 किलोग्राम बढ़िया पत्तियों की आवश्यकता होती है। इसके अतिरिक्त तापमान

और आर्द्रता का सावधानीपूर्वक नियंत्रण, पूरी सफाई और प्रचुर ताजी हवा भी रेशम के उत्पादन के लिए बहुत जरूरी है।

**5 (ग). ऊन जानवरों के समूर (फर) से प्राप्त होती है**  
ऊन तरह-तरह के जानवरों, जैसे भेड़, लामा (दक्षिणी अमेरिका) ऊँट अथवा बकरी से प्राप्त की जाती है। इनमें से भेड़ ऊन का सबसे आम साधन है। ऊन के बाल परतदार और छल्लेदार होते हैं।

भेड़ के बाल कतर कर ऊन प्राप्त की जाती है। रेशम और रुई की तरह ऊन भी रेशेदार सामग्री है और इसलिए उससे धागा या सूत बनाया जा सकता है। निम्नलिखित कामों द्वारा बच्चों की समझ में यह बात आ सकती है :

बाहरी प्रेक्षण	भेड़ से ऊन कैसे प्राप्त की जाती है ?
यदि संभव हो तो बच्चों को उस समय गड़रिए के यहाँ ले जाएँ जब वह ऊन कतर रहा हो। यदि इस तरह की व्यवस्था संभव नहीं है तो बच्चों को समुचित चित्र दिखाएँ। बच्चों को यह निरीक्षण करने में सहायता कीजिए कि गड़रिया ऊन कतरने के पहले किस तरह भेड़ को नहलाता है।	

बच्चों से चर्चा करें कि क्यों कुछ ही जानवरों के बाल ऊन के रूप में इस्तेमाल किए जा सकते हैं। (बाल ऐसे होने चाहिए कि जिन्हें कात कर धागा बनाया जा सके।)

#### 5 (घ). रेशों को कात कर धागा और फिर बुन कर कपड़ा बनाया जाता है

चाहे जो रेशा हो, वह अपनी प्राकृतिक अवस्था में अपरिष्कृत और उलझा नज़र आता है। इस कच्चे-माल की धुनाई-सफाई करनी होती है। फिर उसे कात कर धागा, जिसे प्रायः

सूत कहते हैं, बनाते हैं। सूत को करघे पर बुन कर कपड़ा तैयार किया जाता है। रेशों को अलगाने (सँवारने) की और कताई की प्रक्रिया में रेशों की किस्म के अनुसार अंतर होता है। बच्चे इस उप-संकल्पना को निम्नलिखित प्रयोगों के माध्यम से अधिक अच्छी तरह समझ सकेंगे :

कक्षा-प्रायोजना	रुई और ऊन को कात कर धागा कैसे बनाते हैं ?	आवश्यक सामग्री रुई, ऊन, तकुली
एक चकती (डिस्क) में पतली डंडी जड़कर बच्चों को एक काम चलाऊ तकुली बनाने में सहायता कीजिए। उनसे कहिए कि वे रुई और ऊन इकट्ठा करें। उन्हीं से इन पदार्थों की सफाई करा लीजिए। कुछ रेशों में मरोड़ कर धागा बनाने और उसे तकुली की डंडी के ऊपरी भाग में बनाए गए गड्ढे में बाँधने में उनका		

मार्गदर्शन करें। डंडी को घुमाएँ। जैसे-जैसे तकुली की डंडी घूमेगी तैसे-तैसे धागा बड़ा होता जाएगा—जैसा कि चित्र 6-15 में दिखाया है। इसी तरह ऊन का भी धागा बनाया जाए।

चित्र 6-15

कपास तथा ऊन के धागे बुने जा सकते हैं।



कताई और बुनाई की क्रिया दिखाने के लिए किसी ग्रामोद्योग केंद्र की यात्रा आयोजित की जाए। बच्चों को सूती या ऊनी कपड़े की मिल दिखाइए। कोई बुनियादी पाठशाला (बेसिक स्कूल) दिखाने की योजना बनाइए।

#### 5 (ङ). वैज्ञानिकों ने कई तरह के कृत्रिम रेशे विकसित किए हैं

चर्चा की जा चुकी है कि किस तरह सूती, ऊनी, सन और रेशमी कपड़ों के लिए कच्चा माल प्राकृतिक स्रोतों से प्राप्त किया जाता है। लेकिन अब वैज्ञानिकों ने 'कृत्रिम रेशे' तैयार करने की विधियाँ विकसित कर ली हैं। प्राकृतिक स्रोतों से प्राप्त सामग्री में भौतिक और रासायनिक परिवर्तन करके अपनी प्रयोगशाला में निर्मित सामग्रियों से वैज्ञानिक कृत्रिम रेशे तैयार करता है। उदाहरण के लिए रेयन या नकली रेशम प्राकृतिक सामग्रियों से बनाया जाता है जैसे रुई, लकड़ी आदि

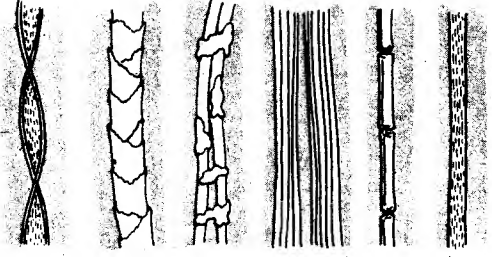
से। इन्हें मनुष्य द्वारा निर्मित या कृत्रिम रेशे कहते हैं। नायलॉन, डैकरॉन और टेरीलीन के रेशे साधारण तत्त्वों से प्रयोगशाला में बनाए जाते हैं। इन्हें संश्लिष्ट रेशा कहा जाता है। इनमें कभी-कभी बहुत उपयोगी गुण-धर्म होते हैं। उदाहरण के लिए, डैकरॉन और टेरीलीन में आसानी से सलबटें नहीं पड़ती। इसके अतिरिक्त संश्लिष्ट रेशों से बने कुछ कपड़े प्राकृतिक रेशों से बने कपड़ों की तुलना में अधिक टिकाऊ होते हैं। निम्नलिखित कामों द्वारा संश्लिष्ट रेशों के बारे में ये विचार बच्चों को समझाए जा सकते हैं :

चर्चा	सूक्ष्मदर्शी यंत्र से देखने पर सामान्य रेशों में क्या अंतर दिखाई देता है ?
चित्र 6-16 की तरह ब्लैक बोर्ड पर सामान्य रेशों (रुई, ऊन, रेशम, रेयन, सन और नायलॉन) का रेखण कीजिए। सूक्ष्मदर्शी में इन रेशों की जैसी	आकृति दिखती है, वही चित्र में अंकित है। बच्चों को इन आवधिक आकृतियों की तुलना करने दीजिए। चर्चा करें कि ऊनी कपड़े आमतौर पर क्यों खुरदरे

दीखते हैं (कारण—उनके रेशे छल्लेदार होते हैं)  
जब कि रेयन, नायलान, रेशम और रुई के कपड़े चिकने  
लगते हैं।

चित्र 6-16

सूक्ष्मदर्शी से देखने पर सूती, ऊनी, रेशमी तथा रेयन के  
धागों की बनावट भिन्न दिखाई देती है।



बच्चों से चर्चा करें कि कृत्रिम रेशों की मोटाई शुरू से आखिर तक समान क्यों होती है। (उनकी तैयारी के  
समय सब परिस्थितियों पर ऐसा नियंत्रण रखा जाता है कि उनकी मोटाई हर जगह बराबर बनी रहती है।)

संश्लिष्ट रेशों के निर्माण में दो अवस्थाएँ आसानी से  
पहचानी जा सकती हैं। पहली अवस्था या सीढ़ी होती है रेशों  
के लिए संश्लिष्ट द्रव्य की तैयारी। दूसरी सीढ़ी होती है संश्लिष्ट  
द्रव्य को लंबे और पतले सूत के रूप में परिवर्तित करना,

जिससे कि कपड़े बुने जाते हैं। संश्लिष्ट द्रव्य के निर्माण में  
पेचीदा परिवर्तनों को समझना बच्चों के लिए आसान नहीं  
होगा, तथापि रेशे बनाने की विधि निम्नलिखित कामों से  
स्पष्ट की जा सकती है:

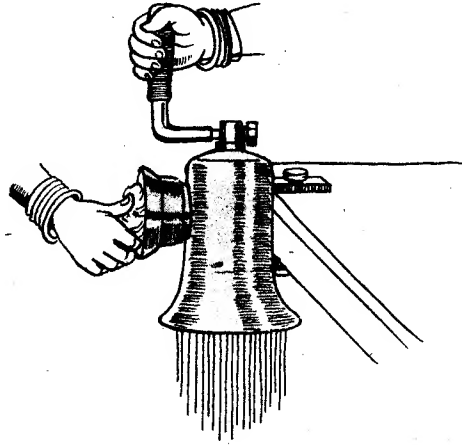
चर्चा

संश्लिष्ट रेशे कैसे बनाए जाते हैं ?

बच्चों से चर्चा कीजिए कि 'सेवइयाँ' किस तरह  
बनाई जाती हैं। यह चित्र 6-17 में दिखाया गया है।  
सेवइयाँ बनाने का एक तरीका यह है कि बें छोटी-सी  
मशीन से निकाली जाएँ। इसमें गुँधी हुई मैदा छिद्रयुक्त  
चकती पर दाबी जाती है। दबाव से चलनी जैसी  
चकती से धागे के आकार की सेवइयाँ निकलने लगती  
हैं। बच्चों को यह समझने में सहायता दीजिए कि कुछ-  
कुछ इसी तरह बहुत पतले छेदों से संश्लिष्ट द्रव्य गुजारा  
जाता है।

चित्र 6-17

संश्लिष्ट धागे बनाने की प्रक्रिया सेवइयाँ बनाने की मशीन  
द्वारा समझी जा सकती है।



नायलान के मोजे सूती मोजों की तुलना में बहुत टिकाऊ होते हैं। बच्चों से चर्चा करें कि ऐसा क्यों होता है।  
ऐसा नायलान-रेशों के भौतिक गुण के कारण होता है।

### 6. रेशों को कात कर धागा और सूत बनाते हैं। तब उन्हें बुन कर वस्त्र बनाया जाता है

प्राचीन काल में लोग हाथ से सूत काता करते थे। सूत कातने के लिए हाथ के तकुए काम आते थे। आज भी भारतीय गाँवों के लोगों के पास ऐसे तकुए होते हैं। रुई से सूत कातने के लिए चरखे का उपयोग आम बात है। महात्मा गांधी ने चरखे से सूत कातने की विधि को प्रोत्साहन दिया था। आजकल यह एक कुटीर उद्योग बन गया है। पहले ऊन जैसे दूसरे रेशे भी हाथ से ही काते जाते थे।

मशीनों के आने से रेशों से सूत की कताई बहुत आसान हो गई है और कम समय में ही बहुत-सा सूत कात जाता है। सूत की बनावट भी बहुत-सुधारी गई है।

कुटीर उद्योग में सूती कपड़ा हथकरघों पर बनाया जाता है। इस तरह का कपड़ा 'खादी' कहलाता है। इस कपड़े की बनावट उतनी बढ़िया नहीं होती जितनी कि मिल में बने कपड़े की

होती है। फिर भी कमी-कमी वह कहीं अधिक आकर्षक और बहुत उपयोगी सिद्ध होती है। हाथ से कपड़ा बनाने में समय अधिक लगता है। आजकल मिलों में विभिन्न प्रकार के कपड़े मशीनों से बनाए जाते हैं।

### 6 (क). हाथ से बने वस्त्रों के लिए चरखों और हथकरघों का उपयोग किया जाता है

अधिकतर बच्चों ने तकुआ और चरखा देखा है। यह भी संभव है कि कुछ बच्चों ने जुलाहे को हथकरघे पर काम करते देखा हो। कोई तीन शताब्दी पहले कपड़ा तैयार करने के यही तरीके काम में लाए जाते थे। आज भी कुछ कपड़ा कताई और बुनाई के इन पुराने और सरल तरीकों से तैयार किया जाता है। बच्चे इन तरीकों को अच्छी तरह समझ सकें, इसलिए उन्हें निम्नलिखित कामों के लिए आमंत्रित करें:

बाहरी प्रेक्षण	हमारी कमीजों का कपड़ा कैसे बनता है ?
पास-पड़ोस के किसी ऐसे गाँव की यात्रा की योजना बनाएँ जहाँ कुटीर उद्योग के रूप में कताई की जाती है।	यदि संभव हो तो आप बच्चों को हथकरघे पर कपड़ा बनाने की विधि दिखा सकते हैं।

अपने माता-पिता से सूत कातने की विधि का प्रदर्शन करने का आग्रह करने के लिए बच्चों को प्रोत्साहित करें। यदि संभव हो तो बच्चों को रुई इकट्ठी करके, खुद बनाई तकुली से सूत कातने का अवसर दें।

### 6 (ख). आधुनिक उद्योगों में शक्तिचालित करघों और मशीनों का प्रयोग करते हैं

आजकल कपड़ा बनाने के लिए मशीनों का उपयोग किया जाता है। बिजली से चलने वाले करघे और मशीनें कम समय

में इतना अधिक कपड़ा तैयार कर देती हैं कि हाथ से बने कपड़े की तुलना में उसकी लागत बहुत कम बैठती है। बच्चे यह विषय अधिक अच्छी तरह समझ सकें, इसलिए निम्न-लिखित कामों के द्वारा उन्हें प्रत्यक्ष जानकारी कराई जाए:

चर्चा	मिल के कपड़े और खादी में क्या अंतर है ?
बच्चों से मिल में बने सूती कपड़े और हाथ की बनी 'खादी के टुकड़े' लाने के लिए कहें। बच्चों द्वारा	लाए गए सब टुकड़ों को मिला दीजिए। बच्चों से कहें कि वे इन टुकड़ों को इन दो हिस्सों में बाँटें : (1)

हाथ के बने और (2) मिल के बने। दोनों किस्मों के अंतर का प्रेक्षण करने में बच्चों की सहायता कीजिए।  
(मिल के बने कपड़ों का सूत बारीक और बराबर मोटाई का होता है।) चर्चा की जाए कि मशीन के काम में इतनी अधिक एकरूपता क्यों है।

बच्चों को इस चर्चा के लिए उत्साहित कीजिए कि उन्हें कौन-सा कपड़ा अधिक पसंद है—हाथ का बना या मिल का बना। उन्हें अपनी-अपनी पसंद के पक्ष में तर्क देने दीजिए।

### चर्चा

हथकरघा की तुलना में मिलों में कपड़ा तेजी से कैसे बनता है ?

बच्चों का मन चर्चा में लगाएँ। घर की हाथ से चलने वाली चक्की के मुकाबले आटा पीसने वाली शक्तिचालित चक्की गेहूँ का आटा जल्द क्यों पीस देती है ? शक्तिचालित चक्की के पाट एक मिनट में अधिक बार घूमते हैं क्योंकि वह शक्ति से चलती है। यह समझने में बच्चों की मदद कीजिए कि इसी कारण

विजली से चलने वाली कताई-मशीन ज्यादा तेजी से सूत कातती है। बच्चों को हाथ से कताई की सरल क्रियाओं का विश्लेषण करने दीजिए। 'चरखे' के कौन-कौन-से हिस्से अपनी जगह घूमते हैं ? कौन-से हिस्से आगे-पीछे होते हैं। शक्तिचालित कताई में ये सब क्रियाएँ बहुत जल्द होती हैं।

यदि पास में कोई कपड़ा मिल हो तो वहाँ जाने की व्यवस्था करें। यदि यह संभव न हो तो छात्रों को किसी चलती हुई कपड़ा मिल की तस्वीर दिखाएँ। उसके परिचालन की चर्चा करें।

बच्चों को चर्चा करने दें कि मिल का कपड़ा सस्ता क्यों होता है। (क्योंकि उसका उत्पादन अधिक होता है।)

## 7. अच्छी देखभाल से वस्त्र अधिक समय तक चलता है

सामान्य अनुभव की बात है कि यदि मशीन या चीज की उचित रीति और नियमित रूप से देखभाल की जाए तो वह अधिक समय चलती है। यही बात वस्त्रों पर भी लागू होती है। केवल कपड़ों की सुरक्षा के लिए ही नहीं, आरोग्यपूर्ण जीवन के लिए भी वस्त्र हमेशा साफ रखने चाहिए।

इसलिए जैसे ही जरूरत पड़े वस्त्रों की धुलाई, सुखाई और मरम्मत की जानी चाहिए। यदि उन पर कोई भी दाग पड़ जाए तो उचित रीति से उसे तत्काल छुड़ा देना चाहिए। दाग

कई तरह के हो सकते हैं। हर किस्म का दाग छुड़ाने के लिए विशेष प्रकार का उपचार करना पड़ता है।

सूती वस्त्र धोने के सोडा या साबुन से धोए जाने चाहिए। साबुन और धोने का सोडा चिकनाई और धूल निकाल देते हैं। वस्त्रों पर लोहा करने से पहले उन्हें नम कर लेना चाहिए। रेशम के वस्त्रों के लिए धुलाई का दूसरा तरीका अपनाया जाता है, क्योंकि साधारण साबुन का कास्टिक सोडा उसके रेशों को हानि पहुँचा सकता है। ऊन, जिस पर कि धोने के सोडे

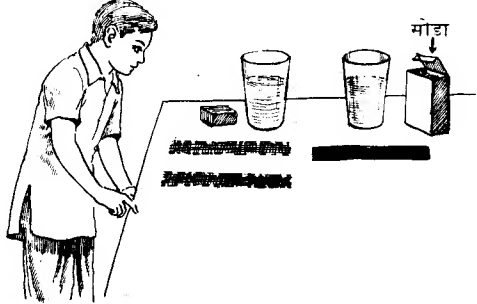
का असर हो सकता है, गुनगुने पानी में नरम साबुन से धोई जानी चाहिए। ऊनी कपड़ों की प्रायः 'ड्राईक्लीनिंग' की जाती है। ऊन और रेशम के रेशों में 'सिलवर फ्रिज' और रोएँदार कीड़े लगते हैं। इन्हें 'बूल वीविल' कहते हैं। जब ऊनी कपड़ों को बक्स में बंद करके रखा जाता है तो आमतौर पर इन कीड़ों से बचाने के लिए नैपथलिन या 'डी.डी.टी.' का प्रयोग किया जाता है। नैपथलीन की गोलियाँ या नीम की सूखी पत्तियाँ वस्त्रों की तहों के बीच-बीच में रख दी जाती हैं।

**7 (क). समुचित धुलाई, सुखाई, सुरक्षा और मरम्मत से वस्त्रों की आयु और उनकी उपयोगिता बढ़ती है।**

वस्त्र अच्छी तरह पहने जा सकें और अधिक समय तक टिक सकें, इसके लिए आमतौर से उनकी सावधानीपूर्वक

धुलाई की जाती है। नम और दुर्गन्धयुक्त वस्त्र सुखाने के लिए धूप में डाले जाते हैं। धूप वस्त्रों को जीवाणुओं और कीड़ों से मुक्त रखने में भी सहायक होती है। धोने और सुखाने से वस्त्र अधिक सुरक्षित रहते हैं, इसलिए अधिक समय तक टिकने हैं। जब भी कपड़ा फट जाए या वह छिन जाए तो जितनी जल्द हो सके उसे रफू या मरम्मत द्वारा ठीक करना चाहिए।

अलग-अलग किस्म के वस्त्रों की धुलाई के लिए अलग-अलग तरह की सावधानियाँ बरती जाती हैं। सूती कपड़े साबुन और उबलते पानी से धोए जा सकते हैं, लेकिन यह विधि रेशमी और ऊनी कपड़ों के लिए हानिकारक है। निम्न-लिखित कामों से बच्चों को ये सब बातें समझने में सहायता मिलेगी :

अन्वेषण	क्या अलग किस्म के कपड़े अलग-अलग तरीकों से धोए जाते हैं ?
<p>भिन्न-भिन्न प्रकार के कपड़ों की पट्टियों को अलग-अलग विधि से धोएँ। उदाहरण के लिए हर किस्म का एक-एक नमूना उबलते हुए पानी से, जिसमें साबुन घुला हो, धोया जाए, जैसा कि चित्र 6-18 में दिखाया गया है। नमूनों का दूसरा समूह कमरे के ताप पर पानी और प्रक्षालक से धोया जाए। अलग-अलग नमूनों पर धुलाई का प्रभाव देखें। बच्चों को दिखाएँ कि सूती कपड़ों पर गर्म पानी, साबुन के सांद्र घोल या मोंगरी से पिटाई का प्रतिकूल प्रभाव नहीं पड़ा है। दूसरी ओर रेशमी और ऊनी कपड़ों की धुलाई के समय विशेष सावधानी बरतनी पड़ती है।</p>	 <p>चित्र 6-18 भिन्न-भिन्न प्रकार के कपड़ों को अलग-अलग विधि से धोना चाहिए।</p>

बच्चों से 'समय पर एक टाँका बाद में नौ टाँकों के बराबर होता है' के महत्त्व की चर्चा कीजिए। कपड़ों की तुरंत मरम्मत कर लेने से कैसे उनका इस्तेमाल अधिक समय तक किया जा सकता है।


**7 (ख). वस्त्रों पर के दाग समुचित विधि से तुरंत छुड़ाए जाने चाहिए**  
घरों में दाग और धब्बे छुड़ाना सामान्य बात होती जा रही

है। कुछ भी हो, कपड़ों की सुरक्षा के लिए कुछ विशेष सावधानी बरती जानी चाहिए। सामान्यतः बेजिन, पेट्रोल, नेप्था या कार्बन टेट्राक्लोराइड दाग छुड़ाने के काम आते हैं। बेजिन,

पेट्रोल और नेफ्था बहुत जल्द आग पकड़ लेते हैं इसलिए बच्चों को चेतावनी दे दी जानी चाहिए कि इनका इस्तेमाल वे स्वयं न करें।

वसा या तेल के धब्बे छुड़ाने के लिए इनमें से किसी एक का भी उपयोग किया जा सकता है : कार्बन टेट्राक्लोराइड,

बेंजीन, नेफ्था या पेट्रोल। दूसरे धब्बे अन्य तरीकों से छुड़ाए जा सकते हैं। बच्चों के सामान्य किस्म के दाग और धब्बे छुड़ाने का प्रत्यक्ष अनुभव प्राप्त कराने के लिए उन्हें निम्न-लिखित कामों के लिए प्रोत्साहित किया जाए :

<p><b>कक्षा-प्रायोजना</b></p>	<p><b>मैं अपने कपड़ों से रोशनाई के दाग और ग्रीज के धब्बे कैसे छुड़ा सकता हूँ ?</b></p>	<p><b>आवश्यक सामग्री</b> कपड़ों के कुछ टुकड़े, रोशनाई, वसा (ग्रीज), साबुन, टेल्कम पाउडर, पेट्रोल</p>
<p>बच्चों से कहिए कि वे कपड़ों के कुछ टुकड़े लाएँ : कुछ सूती कपड़ों के हों और कुछ ऊनी कपड़ों के। उनसे थोड़ा-सा श्वेतसार (माँडी) या टेल्कम पाउडर अथवा नमक (पिसा हुआ) और वसा या तेल और पेट्रोल लाने के लिए भी कहिए। बच्चों से कहिए कि वे कपड़े पर एक बूँद रोशनाई गिराएँ। जब वह गोला ही हो उन्हें वहाँ टेल्कम पाउडर या पिसा हुआ नमक लगाने दीजिए। उनसे कहिए कि वे पाउडर को रगड़ें। पाउडर झाड़ कर यह प्रक्रिया दोहराएँ। जब सूखा पाउडर रोशनाई सोखना बंद कर दे तो पाउडर में गर्म पानी मिला कर उसका लेप (पेस्ट) बनाएँ और कपड़े पर लगाएँ। जब लेप दाग की रोशनाई जख्म कर ले तो जैसा कि चित्र 6-19 में दिखाया गया है, कपड़ा साबुन से धो डालना चाहिए।</p> <p>इसके बाद बच्चों से कहें कि वे कपड़े पर एक जगह चिकनाई लगाएँ। अब उन से कहिए कि वे उसे पेट्रोल</p>		 <p>चित्र 6-19 स्याही के धब्बे छुड़ाने के लिए कपड़ा धोने से पूर्व धब्बे पर कुछ सामान्य रासायनिकों का प्रयोग करना चाहिए।</p> <p>में डुबोएँ। निचोड़ कर सूखने डाल दें। पेट्रोल की गंध निकालने के लिए कपड़े के टुकड़े को साबुन और पानी से धोएँ।</p>

बच्चों से अपने-अपने माता-पिता से पूछने के लिए कहें कि धब्बे छुड़ाने के लिए वे कौन-कौन-से तरीकों का उपयोग करते हैं।

### अच्छी तरह समझने के लिए

धब्बे छुड़ाने के लिए कुछ बुनियादी नियमों का पालन किया जाना चाहिए। धब्बों के पड़ते ही उन्हें छुड़ाने के लिए

तत्काल व्यवस्था करनी चाहिए। यदि ऐसा नहीं किया गया तो हो सकता है कि वे पक्के हो जाएँ और उन्हें दूर करना अधिक मुश्किल हो जाए। इसके अलावा, यदि धब्बे उसी समय नहीं छुड़ाए गए तो हो सकता है कि कपड़े को भी नुकसान पहुँचे।


धब्बा साफ करने से पहले यह तय कर लेना चाहिए कि कपड़ा कैसी सामग्री का बना है। क्या वह कपड़ा धुलाई सहन कर सकता है? उस पर अम्ल का प्रभाव होता है या क्षार का? जिस जगह धब्बा छुड़ाया जाना है, वहाँ रंग हल्का तो नहीं पड़ जाएगा? यह उचित होगा कि वस्त्र का धब्बा साफ करने से पहले धब्बा छुड़ाने वाले द्रव्य को उसी तरह के कपड़े पर जाँच लिया जाए।

कहवा (काफ़ी) और चाय के धब्बे यदि धुल सकने वाले वस्त्रों पर पड़े हैं तो साधारण धुलाई से वे निकल जाएँगे। यदि धब्बे ऊनी या रेशमी वस्त्रों पर पड़े हैं तो ठंडे या गुनगुने पानी

से धोएँ। यदि चिकनाई का धब्बा बना रहे तो उसे कार्बन टेट्राक्लोराइड से साफ कीजिए।

### 7 (ग). धूल और चिकनाई साफ करने के लिए वस्त्रों की समुचित धुलाई आवश्यक है

बच्चों का सामान्य अनुभव है कि वस्त्र साबुन या धोने के सोड़े से धोए जाते हैं। उन्हें यह समझने में सहायता करने के लिए कि चिकनाई और धूल साफ करने में साबुन या धोने के सोड़े से मदद मिलती है, निम्नलिखित कामों में हाथ बँटाने के लिए आमंत्रित करें:

<b>अन्वेषण</b>	<b>मैं अपने वस्त्रों से धूल और चिकनाई कितनी अच्छी तरह साफ कर सकता हूँ?</b>	<b>आवश्यक सामग्री</b> धोनेवाला सोडा, साबुन, कपड़े के टुकड़े
<p>बच्चों को धूल तथा चिकनाई से भरे कपड़े के रद्दी टुकड़े एकत्र करने के लिए कहें। उन्हें एक-एक करके इन चिथड़ों को अलग-अलग विधि से धोने दीजिए। एक को धोने वाले सोड़े से, दूसरे को साबुन से और तीसरे को सादे पानी से। जैसा कि चित्र 6-20 में दिखाया गया है बच्चों को यह निरीक्षण करने दीजिए कि अलग-अलग विधियाँ विभिन्न सीमा तक धूल और चिकनाई साफ करने में सहायक होती हैं। चर्चा कीजिए कि इनमें सबसे अच्छा तरीका कौन-सा है।</p>		 <p>चित्र 6-20 धूल तथा चिकनाई के धब्बे साबुन द्वारा धो कर दूर किए जा सकते हैं।</p>

बच्चों को तुलना करने दीजिए कि साबुन से गर्म पानी में धोना अधिक प्रभावकारी होता है या ठंडे पानी में।

### 7 (घ). लोहा (इस्तरी) करने से पहले वस्त्रों को नम कर लेना चाहिए

सूखी रूई या ऊन के रेशों में हवा के लिए बहुत-सी जगह होती हैं। यदि सूखे कपड़े पर लोहा किया जाए तो उसका असर पूरी तरह नहीं होता। इसलिए आवश्यक है कि लोहा करने से पहले वस्त्रों को हल्का-हल्का भिगो लिया जाए।

कपड़ों को नम करने से उसके रेशे समीप आ जाते हैं। लोहे की ऊष्मा से नमी भाप में बदल जाती है और लोहे का भार कपड़े को समतल कर देता है। बच्चे इस विचार को तभी भली-भाँति समझ पाएँगे, जब उन्हें निम्नलिखित कामों के लिए आमंत्रित किया जाएगा:




अन्वेषण	क्या नम वस्त्रों पर सूखों की तुलना में जल्द इस्तरी हो जाती है ?	आवश्यक सामग्री लोहे की इस्तरी, कपड़े
<p>उन कपड़ों की सलवटे निकालने में बच्चों की सहायता कीजिए जो उन्होंने उप-संकल्पना 7 (ग) से संबद्ध क्रिया के अंतर्गत धोए थे। पहले गर्म इस्तरी कुछ बिल्कुल सूखे कपड़ों पर की जाए और फिर कुछ नम कपड़ों पर लोहा फेरा जाए। बच्चों को यह गौर करने दीजिए कि कौन-से कपड़े पर अच्छी इस्तरी हुई है।</p>		

बच्चों को ऐसी जगह ले जाएँ जहाँ कपड़ों पर लोहा किया जा रहा हो और उन्हें इस्तरी से पहले वस्त्रों को नम करते देखने का अवसर दें।

### 7 (ङ). रेशमी वस्त्र बढ़िया किस्म के साबुन या 'रीठा' से ही धोने चाहिए और उन्हें छाँह में ही सुखाना चाहिए

रेशम प्राणिज रेशा है। इसलिए उस पर कास्टिक सोडा का भी और धोने वाले सोडा का भी प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। अतः यह आवश्यक है कि रेशमी वस्त्रों को धोने के लिए जो साबुन उपयोग करें वह मृदु हो। इसका घोल सांद्र क्षारीय नहीं

होना चाहिए वरना रेशमी वस्त्रों को हानि पहुँचेगी। धुलाई के बाद रेशमी कपड़ा छाँह में सुखाया जाना चाहिए। सूर्य की सीधी किरणें पड़ने से रेशम के रेशे सूखते समय सिकुड़ जाते हैं। इस तरह कपड़े में सलवटे पड़ जाती हैं। बच्चे इन तथ्यों का महत्व तभी समझ पाएँगे जब वे निम्नलिखित क्रियाओं द्वारा उनका प्रत्यक्ष अनुभव प्राप्त कर लेंगे :

अन्वेषण	क्या कास्टिक सोडा और धूप से रेशम को हानि पहुँचती है ?	आवश्यक सामग्री रेशमी कपड़ा, कास्टिक सोडा, गर्मी का स्रोत, तामचीनी का पात्र
<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>बच्चों को रेशमी और सूती कपड़ों के टुकड़े इकट्ठा करने दीजिए। एक लिटर पानी में चाय के चार चम्मच सोडियम हाइड्रॉक्साइड मिला कर पतला घोल तैयार कीजिए। घोल को तामचीनी या चीनी मिट्टी (पोर्सिलेन) के पात्र में उबालें। लोहे के पात्र से भी काम चल जाएगा। अलमुनियम के पात्र का उपयोग न करें। जब पानी में कास्टिक सोडा डाला जाए तब सावधानी बरतें। घोल को धीमी आँच पर उबालें। चिमटे की सहायता से उबलते घोल में कपड़ों के नमूने डालें। लगभग 10 मिनट तक उबलने दें। जैसा कि चित्र 6-21 में दिखाया गया है आप पाएँगे कि रेशम</p> </div> </div>		

के रेशे गल गए हैं। इसके बाद रेशमी कपड़ों के दो गीले टुकड़े लीजिए। एक को धूप में और दूसरे को छाँह में सुखाएँ। सूख जाने पर बच्चों से यह निरीक्षण

करने के लिए कहें कि दोनों नमूनों की सतह में उन्हें क्या अंतर दिखाई देता है।

बच्चों को उत्साहित करें कि रीठा से धोने के परिणाम की तुलना किसी प्रक्षालय ( जैसे 'डेट' या 'सर्फ' ) से धुलाई के परिणाम से करें।

**7 (च). ऊनी वस्त्रों की 'ड्राई क्लीनिंग' भी हो सकती है** रेशम की तरह ऊन भी जानवरों से प्राप्त होती है। तेज साबुन ऊन के लिए हानिकारक होता है। इसलिए ऊनी वस्त्र तेज साबुन से नहीं धोए जाने चाहिए। ऊनी वस्त्रों की प्रायः 'ड्राईक्लीनिंग' होती है। उसे ड्राईक्लीनिंग अथवा 'सूखी

धुलाई' इसलिए कहते हैं कि धुलाई की इस प्रक्रिया में ऊनी कपड़े पानी में नहीं भिगोए जाते। उनकी धुलाई के लिए सामान्यतः पेट्रोल, कार्बन टेट्राक्लोराइड और बेन्जीन द्रव का उपयोग किया जाता है। बच्चे 'सूखी धुलाई' के बारे में निम्नलिखित अनुभवों से अधिक जानकारी प्राप्त कर सकते हैं :

अन्वेषण	ऊनी वस्त्रों की धुलाई का उचित तरीका क्या है ?	आवश्यक सामग्री ऊनी कपड़े के टुकड़े, साबुन, पेट्रोल
बच्चों को ऊनी कपड़े साफ करने के लिए तेज साबुन का उपयोग करने दें, ठीक उसी तरह जिस तरह 7 (ड) के प्रयोग में किया गया था। अब बच्चों से कहें कि वे पेट्रोल में भिगो कर ऊनी कपड़ों के कुछ गंदे टुकड़े धोएँ। नमूने निकाल लें। उन्हें सूखने के	लिए डालने से पहले पेट्रोल पूरी तरह निचुड़ जाने दें। ध्यान रखें कि कहीं पेट्रोल के पास आग या दहकता हुआ अंगारा तो नहीं है। बच्चे पाएँगे कि तेज साबुन से ऊनी कपड़े को हानि पहुँचती है। ऊनी वस्त्रों की 'सूखी धुलाई' के लिए पेट्रोल बढ़िया सिद्ध होगा।	

बच्चों से पास की 'ड्राईक्लीनिंग' की दुकान पर जाकर यह सीखने के लिए कहिए कि ऊनी वस्त्र धोने के लिए कौन-कौन से रसायन इस्तेमाल किए जाते हैं। उन्हें यह भी पता लगाने दीजिए कि 'सूखी धुलाई' वाले वस्त्रों में एक खास किस्म की महक क्यों आती है।

**7 (छ). कीट ऊनी और रेशमी वस्त्रों को नष्ट कर सकते हैं** जानवरों से प्राप्त होने वाले रेशों, ऊन और रेशम में अक्सर 'सिलवर फ़िश' और 'वूल वीविल' नामक कीट लग जाते हैं। वूल वीविल हल्के रोएँदार कीड़े होते हैं। वे ऊन खा जाते हैं और वस्त्र नष्ट कर देते हैं। इन्हें मारने में पूरी सावधानी बरती जानी चाहिए या कम-से-कम ऐसा बंदोबस्त करना चाहिए कि ये कपड़ों में न रहने पाएँ। इसके लिए सबसे अच्छा तरीका यह है कि वस्त्रों को तह लगा कर बंद करने के पहले

उन्हें धूप लगवा दी जाए। ऊनी वस्त्रों के साथ नेपथलीन की गोलियाँ रखी जानी चाहिए या ऊनी वस्त्र रखने से पहले अलमारी या दराज़ में डी.डी.टी. का छिड़काव कर लेना चाहिए।

घर पर देख सुन कर बच्चे इसका अनुभव प्राप्त कर चुके हैं। निम्नलिखित प्रश्न पूछ कर उन्हें इन अनुभवों का पुनः स्मरण कराएँ :

सामान्य अनुभव	हम कीड़ों से ऊनी वस्त्रों की रक्षा कैसे करते हैं ?
आप गर्मियों में अपने ऊनी वस्त्र कहां रखते हैं ? क्या आप वस्त्रों को कीड़ों से बचाने के लिए कोई उपाय करते हैं ? क्या आपने कभी 'सिलवर फ्रिश' देखी है ? (कुछ ने शायद देखी हो) यदि हाँ, तो बताएँ कि कैसी दिखती है ? क्या वह सूती वस्त्रों में भी पाई जाती है ? क्या ऊनी वस्त्रों में आप ने दूसरे कीड़े भी देखे हैं ? क्या आपने कीड़ों के खाए ऊनी वस्त्र देखे हैं ?	छेद के जगह की ऊन कहां चली जाती है ? जब आप सारे सवाल पूछ चुके और उनके संतोषजनक उत्तर मिल जाएँ तो बच्चों को इस निर्णय पर पहुँचने में मदद करें कि नैपथलीन और डी.डी.टी जैसे रसायन ऊनी और रेशमी कपड़े खाने वाले कीड़ों से वस्त्रों की रक्षा करते हैं।

इस विषय पर बच्चों से चर्चा करें : किस तरह की बुश-शर्ट सबसे अच्छी होती है—सूती, रेशमी या संश्लिष्ट रेशों की ? बच्चों को अपने-अपने बयान के पक्ष में तर्क देने के लिए प्रोत्साहित करें।
--

वैज्ञानिकों की कार्यविधि	विज्ञान बेहतर कपड़ा बनाने में सहायक होता है
आज कपड़ा बनाने की कहानी सुनी जाए। जो वस्त्र आप पहनते हैं वे कपड़े से बने हैं और ये कपड़े रुई, ऊन या रेशम जैसे कच्चे माल से बने हैं। यह कहानी उल्लिखित कच्चे माल से कपड़ा बनाने के बारे में है। कपड़ा बनाने की प्रक्रिया में ये बातें सम्मिलित हैं : (1) कच्चे माल से सूत की कटाई और (2) सूत की बुनाई करके कपड़ा तैयार करना। आप में से कुछ ने लोगों को तकुली या चरखे की सहायता से रुई का सूत कातते देखा होगा। सूत कातने का यह तरीका कितना धीमा और थकाने वाला है। हो सकता है आप में से कुछ ने इस तरह के सूत से जुलाहे को कपड़ा बनाते देखा हो। यह तरीका भी अधिक समय लेता है। अमेरिका की खोज से भी सैकड़ों वर्ष पूर्व भारत और फ़ारस में पहले-पहल चरखे का उपयोग शुरू हुआ था। यहाँ से वह 1300 ईस्वी में यूरोप पहुँचा। पुरानी विधि से कपड़ा तैयार करने की समूची प्रक्रिया इतनी मंद गति से चलती थी कि केवल	बहुत अमीर लोग ही कई-कई पोशाकें रख पाते थे। कटाई की तरह बुनाई की पुरानी विधि की प्रक्रिया भी धीमी थी। बुनाई के लिए इस्तेमाल होने वाले करघे साधारण चौखटे-से होते थे और उनकी चौड़ाई कपड़े की चौड़ाई के बराबर होती थी। चौखटे की नीचे की पाटी में एक कतार में भुकी हुई कीलें लगी रहती थीं। प्रत्येक कील में धागे का गोला लगा दिया जाता था। हर गोले का धागा नीचे से ऊपर तक चौखटे के आर-पार तान दिया जाता था। इन धागों को ताना कहा जाता था। ताना पूरना बुनाई की प्रक्रिया का आधा ही काम होता था। ताना के धागों के बीच से एक नया सूत निकाल कर बुनाई की जाती थी। बुनाई का सूत बाना कहलाता था—वह बाईं ओर से दाईं ओर ले जाया जाता था। बाना एक ताने के नीचे और दूसरे के ऊपर से होकर एक सिरे से दूसरे सिरे तक इसी क्रम से चलता था। बाना का धागा नाव की शकल के लकड़ी के टुकड़े पर, जिसे ढरकी कहते थे, लपेट लिया जाता था।

बाने के धागों को क्रमशः नीचे और ऊपर रखते हुए ढरकी चलाना समय और श्रमसाध्य कार्य था।

जब किसी व्यक्ति ने एक ही भटके में ताना के सभी धागों को क्रमशः ऊपर और नीचे करने का तरीका निकाला तब करघे में पहला सुधार हुआ। नई विधि यह थी : ताना के सभी विषम (ताक) धागों को एक और सम (जुस) धागों को दूसरी पट्टी से जोड़ दिया गया। तब ताक धागों को ऊपर उठाया जाता जिससे बीच में ढरकी और उस पर लिपटे बाना के लिए रास्ता बन जाता। ऐसा हो जाने पर एक बार में ही बाना आर-पार चला जाता। अगली बार ताना के जुस धागे ऊपर उठ जाते और ताक धागे नीचे चले जाते। फिर बीच में एक रास्ता बन जाता और बाना का धागा गुज़ार दिया जाता।

दूसरे बहुत-से लोगों की तरह एक गरीब अंग्रेज़ जुलाहा जॉन के (John Key) घंटों काम करते रहने पर भी अधिक बुनाई न कर पाने के कारण इस मंद कार्य-विधि से ऊब चुका था। तानों के बीच में से ढरकी फेंकने के काम से ही उसे सबसे अधिक ऊब हुई होगी, क्योंकि उसे इसी काम करने की सरल विधि खोजने की चिन्ता हुई, और इसमें उसे सफलता मिल भी गई।

करघे के बगल में उसने दोनों तरफ़ एक-एक छोटा डिब्बा लगा दिया। ताना के धागों के बीच से गुज़रने के बाद ढरकी इन्हीं डिब्बों में पहुँच जाती। हर डिब्बे में एक छोटी-सी छड़ी थी। इन दोनों छड़ियों को एक ही रस्सी से इस तरह बाँधा गया कि रस्सी खींचते ही छड़ी ढरकी को इस तरह उछालती कि वह तानों के बीच से होकर दूसरी ओर डिब्बे में पहुँच जाती। इस ढरकी को उड़न ढरकी कहा जाने लगा।

जॉन के अपने अनुसंधान से बहुत प्रसन्न हुआ। इस तरीके से उसने अपना कितना परिश्रम बचा लिया। करघे में इतना सरल सुधार करके अब वह कितना अधिक कपड़ा बुन सकता था।

इस अनुसंधान से उसके साथी जुलाहे प्रसन्न नहीं हुए। उन्होंने सोचा कि जॉन के की ढरकी से एक ही व्यक्ति इतना अधिक कपड़ा तैयार करने लगेगा कि

दूसरे बहुत-से जुलाहे आजीविका नहीं कमा सकेंगे। वे जबरदस्ती उसके घर में घुस गए और उसका करघा तोड़ डाला। जॉन के को भागना पड़ा।

जैसा आज हम जानते हैं वैसा ही लोग उस युग में भी जानते थे कि तकनीकी परिवर्तन मज़दूरों की स्थिति पर गहरा प्रभाव डालते हैं। काम करने के नए तरीकों को समाज साधारणतः बड़ी कठिनाई से स्वीकार करता है।

जॉन के द्वारा किए गए अनुसंधान के बाद कई और लोगों ने भी नए-नए उपाय निकाले। जेम्स हारग्रीव्स ने 'कातने वाली जेनी' का अनुसंधान किया। (हारग्रीव्स ने अपनी पत्नी के सम्मान में यह नाम दिया था) इसमें एक पहिया घुमाने पर आठ तकुए एक साथ ही घूमने लगते थे। इस तरह एक नहीं, बल्कि एक साथ आठ-आठ सूत कतने लगते थे।

रिचर्ड आर्कराइट ने जल-शक्ति से चलने वाले चौखटे का अनुसंधान किया। वास्तव में यह जल-शक्ति से चलने वाली कताई मशीन थी। आर्कराइट न तो सूत कातता था और न कपड़ा ही बुनता था। वह नाई था। वह एक ऐसी मशीन बनाना चाहता था जो जेनी की तरह तेज़ी से कताई भी करे और बेहतर सूत भी निकाले। इस अनुसंधान के कारण वह बहुत ही धनवान बन गया।

कपड़े के उत्पादन की कहानी तीन विधियों के सहारे आगे बढ़ी पहली जो रेशों को कताई के योग्य बनाए, दूसरी जो कताई में काम आए और तीसरी जो बुनाई में सहायक बने। कपड़ा-उत्पादन के विकास-क्रम को ध्यान से देखा जाए तो ज्ञात होगा कि यदि एक औज़ार की कार्यक्षमता में सुधार हो तो दूसरे औज़ारों की कार्यक्षमता में उतनी ही वृद्धि की आवश्यकता उत्पन्न हो जाती है। यदि एक ऐसी मशीन तैयार हो गई जो बहुत तेज़ गति से कताई कर सके तो कच्चे माल की तैयारी के लिए भी उतनी ही कुशल विधि विकसित होनी चाहिए, और इसी तरह तेज़ गति से बुनाई करने की मशीन भी होनी चाहिए जिससे कि तेज़ गति से तैयार सूत काम में आता जाए।

कार्टराइट ने एक करघा विकसित किया—बुनाई की

एक ऐसी मशीन जो तेज़ गति से कपड़ा बुन सके। कताई और बुनाई के पुतलीघर (मिल) खुल जाने पर पता चला कि कपास में से बिनाले इतनी तेज़ी से नहीं निकाले जा रहे थे कि मिलें बराबर चलती रहें। अमरीकी मैकैनिक के पुत्र एली ह्विटनी ने एक 'कपास जिन' (कपास इंजिन का संक्षिप्त रूप) का अनुसंधान किया। इस यंत्र से कपास में से बिनाले निकालने का काम होने लगा।

यह है कपड़ा-उत्पादन की कहानी जो 18वीं शताब्दी के सौ वर्षों में विकसित हुई। यह कपड़ा तैयार करने में मनुष्य द्वारा मशीनों के क्रमशः अधिकाधिक उपयोग की कहानी है। उत्पादन के दूसरे क्षेत्रों में भी इसी तरह का विकास औद्योगिक क्रांति के युग में हुआ।

इस युग में मशीनों से बड़े पैमाने पर उत्पादन करने का रिवाज़ जड़ पकड़ गया। बड़े पैमाने पर माल तैयार करने के लिए मशीनों का उपयोग होने लगा। मशीन की खूबी यह थी कि चीज़ तेज़ी से तैयार होतीं और बिल्कुल एक-जैसी होतीं। आदमी केवल मशीनें बनाने और उनके काम की देखभाल करने लगा। अब तो वास्तव में ऐसी भी मशीनें बन गई हैं जो दूसरी मशीनों के काम की देखभाल कर सकती हैं।

विज्ञान के तौर-तरीके कितने लाभदायक हैं। एक वैज्ञानिक के छोटे-छोटे अनुसंधान भी समूची मानव जाति के लिए कितने उपयोगी हो गए हैं। व्यक्तियों की सफल कार्य-निधि से समूचे समुदाय की कितनी भलाई होती है।

## मकान और वस्त्र

### पाँचवीं कक्षा

#### सामान्य दृष्टि

पिछली कक्षाओं में बच्चे जान चुके हैं कि मकान से आराम, सुविधा, सुरक्षा और आरोग्यवर्द्धक स्थितियाँ प्राप्त होनी चाहिए। वे यह भी जानते हैं कि मकान कई तरह के हो सकते हैं। उदाहरण के लिए मकानों के नमूनों में अथवा दीवारों, छतों और फर्शों के निर्माण में प्रयुक्त सामग्री में विविधता हो सकती है। इस इकाई में यह पता लगाने का प्रयत्न किया गया है कि मकान इतने विविध क्यों होते हैं।

प्राकृतिक शक्तियों और शत्रुओं से रक्षा करने के लिए मकान बनाए जाते हैं, इस विचार पर इस इकाई में प्रथम मुख्य संकल्पना के अधीन चर्चा की गई है। कुछ इसी तरह की संकल्पनाओं पर कक्षा 1 और कक्षा 3 में चर्चा की गई थी। इस कक्षा में इन्हीं विचारों पर कुछ ऊँचे स्तर पर चर्चा की गई है।

दूसरी मुख्य संकल्पना के अधीन इस विषय पर चर्चा की

गई है कि मकानों के निर्माण पर जलवायु और अर्थरचना का प्रभाव किस तरह पड़ता है। इस प्रकार इस इकाई की विषयवस्तु समाज में रहन-सहन की स्थितियों से संबद्ध है। एक विशिष्ट प्रकार के समाज और भौतिक परिस्थिति में रहने वाले लोग मकान बनाते हैं। इसलिए यह पता लगाना कि यह पर्यावरण मनुष्य की भवन-निर्माण की कार्यवाही को किस तरह प्रभावित करता है, बहुत दिलचस्प है।

इन संकल्पनाओं के शिक्षण का सबसे बढ़िया तरीका क्या है? बच्चों को घर में या पास-पड़ोस में विषय से संबद्ध बातों का निरीक्षण करने के लिए प्रोत्साहित करें। भवन-निर्माण के बारे में इस तरह संकलित आधार-सामग्री पर इस दृष्टि से चर्चा की जाए कि मकान के विभिन्न हिस्से किस-किस तरह अपना उद्देश्य पूरा करते हैं।

#### 1. मकान प्राकृतिक शक्तियों तथा शत्रुओं से संरक्षण प्राप्त करने के लिए बनाए जाते हैं

मनुष्य ने परिवर्तनशील मौसम और कीटों से अपनी रक्षा करने के लिए वस्त्रों का विकास किया। उसने मकानों का विकास ऐसी परिस्थितियाँ बनाने के लिए किया है जिनमें वह हवा और वर्षा, ऊष्मा और सर्दी सरीखी प्राकृतिक शक्तियों और कीटों से अपनी रक्षा की व्यवस्था करके अधिकतम सुख से काम और विश्राम कर सके।

मकान की छत और दीवारें धूप, वर्षा और हवा से बचाव के लिए बनाई जाती हैं। इस उद्देश्य की पूर्ति के लिए व्यवहृत

सामग्री ऐसी होनी चाहिए कि वर्षा का पानी आसानी से बह जाए। छतें और दीवारें अपारदर्शी और इतनी मोटी होनी चाहिए कि वे सूर्य की ऊष्मा को दूर रख सकें। दीवारें इतनी मोटी और मजबूत होनी चाहिए कि वे हवा और आँधी का आक्रमण सहन कर सकें और मनुष्य के सामान्य शत्रु कीड़े-मकोड़ों को भी दूर रख सकें। इसके अतिरिक्त दीवारें और छतें इस तरह बनाई जानी चाहिए कि वे चोरों से भी मनुष्य की रक्षा कर सकें।

खिड़कियाँ ऐसी हों कि कमरों में पर्याप्त मात्रा में प्राकृतिक प्रकाश आ सके। तथापि वे इस तरह बनाई जानी चाहिए कि वे केवल सुबह और शाम को सूर्य की किरणों को कमरे के भीतर आने दें। खिड़कियाँ कमरे के भीतर ताज़ी हवा आने और गंदी हवा बाहर जाने का रास्ता देती हैं। निम्नलिखित उप-संकल्पनाएँ छात्रों के लिए ये विचार अधिक स्पष्ट करने में सहायक होंगी।

**1 (क). छत और बाहर की दीवारें मौसम की विषमता सहन करने और कीड़ों आदि को बाहर रखने के लिए बनाई जानी चाहिए**

इस देश में कई तरह की छतें बनाई जाती हैं। छतें किसी खास जगह की जलवायु और मकान बनाने वाले की आर्थिक स्थिति पर निर्भर करती हैं। छत चाहे जिस तरह की हो, वह वायु, वर्षा और सूर्य से मकान की रक्षा करने का उद्देश्य पूरा करती है।

दीवारों की बनावट ऊपर वर्णित परिस्थितियों पर निर्भर

करती है। राजस्थान में मकान की दीवारें मोटी बनाई जाती हैं जिससे कि ग्रीष्म की भीषण गर्मी से बचाव हो। मसूरी और दार्जिलिंग जैसे पहाड़ी स्थानों में शीत ऋतु की भीषण सर्दी से बचने के लिए मोटी दीवारें बनाई जाती हैं। ऊँची छतें गर्मियों में भी मकान को ठंडा रखती हैं। छतों की ढलान वर्षा के पानी को जल्द बहाने में सहायक होती हैं। कम वर्षा वाली जगहों में छतें आमतौर पर चपटी होती हैं। इन छतों पर लोग गर्मी की रातों में सोते भी हैं। छत और दीवारों से दूसरा लाभ यह होता है कि मकान के भीतर कीट नहीं आने पाते। सूर्य की गर्मी से पहले मकान की बाहरी दीवारें और छतें तपती हैं। धीरे-धीरे मकान के भीतर गर्मी आती है। दीवारें और छतें इस तरह बनाई जानी चाहिए कि वे उत्तम विसंवाहन कर सकें। उन्हें इतना मज़बूत भी होना चाहिए कि वे हवा और वर्षा के क्षरणकारी प्रभाव से बची रह सकें। निम्नलिखित कामों से बच्चों को ये विचार समझने में सहायता दी जा सकती है :

बाहरी प्रेक्षण	विभिन्न प्रकार की दीवारें और छतें मौसम और कीटों से हमारी रक्षा कैसे करती हैं ?
बच्चों से कहें कि वे पास-पड़ोस के मकानों की दीवारों और छतों का प्रेक्षण करें। यदि संभव हो तो वे पास के गाँव, कस्बे या शहर का भी प्रेक्षण कर सकते हैं। बच्चों को इस विषय पर चर्चा कर सकने में सहायता	दें कि विभिन्न प्रकार की छतें और दीवारें धूप, वर्षा, हवा और कीटों से रक्षा करने में कितनी कारगर होती हैं।

बच्चों को छत का रेखण करने के लिए प्रोत्साहित करें। विभिन्न प्रकार की छतों के रेखण को चार्ट के रूप में कक्षा में प्रदर्शित करने दिया जाए।

**1 (ख). दरवाज़ों और खिड़कियों को पर्याप्त प्रकाश और संवातन प्रदान करना चाहिए**

दरवाज़े कमरों में घुसने और निकलने के रास्ते हैं। इसके अतिरिक्त उनसे होकर कमरे में प्रकाश और वायु का आगमन

होता है। खिड़कियों का मुख्य उद्देश्य सूर्य का पर्याप्त प्रकाश और ताज़ी हवा की व्यवस्था करना है। उन्हें बंद कर देने से हवा और पानी से बचाव होता है। कभी-कभी दरवाज़ों और खिड़कियों में शीशा लगाया जाता है। शीशों के कारण दरवाज़ों

और खिड़कियों के बंद रहने पर भी बाहर से प्रकाश भीतर आता रहता है। फिर भी बच्चे प्रतिदिन की ऐसी चीजों की ओर अधिक ध्यान नहीं देते। प्रकाश और संवातन के लिए

दरवाजों और खिड़कियों का महत्त्व समझाने के लिए बच्चों से कहें कि वे निम्नलिखित काम करें:

सामान्य अनुभव	हमारे मकानों में दरवाजे और खिड़कियाँ किस तरह उपयोगी हैं ?
बच्चों से अपनी कक्षा के दरवाजों और खिड़कियों की स्थिति का प्रेक्षण करने के लिए कहें। उनसे इस तरह के प्रश्नों पर चर्चा करें: क्या खिड़कियाँ आमने-सामने हैं? कमरे में हवा किधर से आती है? खिड़कियों का आकार और उनकी ऊँचाई कितनी है? यदि कमरे में तेज हवा आ रही हो तो उनसे एक तरफ़ के	दरवाजे और खिड़कियाँ बंद करने के लिए कहें। उनसे पूछिए कि क्या अब भी उतनी ही हवा आ रही है? इस तरह के प्रश्नों पर चर्चा करके बच्चों को यह समझने में मदद करें कि दरवाजे और खिड़कियाँ पर्याप्त प्रकाश और संवातन की व्यवस्था करती हैं।

बच्चों से कहिए कि वे अपने पड़ोस के मकानों के दरवाजों और खिड़कियों की कुछ किस्मों का रेखण करें।

#### 1 (ग). मकानों के दरवाजों और खिड़कियों को कीट आदि रोधक होना चाहिए

वर्षा का पानी और कीट भीतर न आने देने के लिए दरवाजों का भिच कर बंद होना आवश्यक है। दरवाजों और उनके चौखटों में छेद या दरार हों तो केवल हवा या वर्षा का पानी

ही नहीं, चूहे और कीट भी भीतर आ सकते हैं। दरवाजों और खिड़कियों पर जाली लगाकर मच्छरों को भीतर आने से रोका जा सकता है। निम्नलिखित सवाल पूछकर इस उप-संकल्पना का महत्त्व समझने में बच्चों की सहायता करें:

चर्चा	दरवाजे कसे ढुएँ और तार की जालीयुक्त क्यों होने चाहिए ?
बच्चों से पूछे कि क्या वे कक्षा में दरवाजों का होना अनिवार्य समझते हैं? यदि हाँ, तो क्यों? दरवाजा पानी और हवा को कमरे में आने से कैसे रोकता है? आप कक्षा से मक्खियाँ कैसे दूर रख सकते	हैं? बच्चों को इस निष्कर्ष पर पहुँचने में सहायता कीजिए कि तार की जालीयुक्त कसकर लगे दरवाजे मक्खियों और दूसरे कीड़ों को दूर रखते हैं।

बच्चों को ऐसी जगहें देखने जाने दीजिए जहाँ दरवाजे कस कर लगे हों और उन पर तार की जाली भी लगी हो। उन्हें ऐसी जगहों पर भी जाने दिया जाए जहाँ यह सब न हो। चर्चा करें कि बच्चों को कीड़ों के घुस आने के बारे में उन्हें यहाँ क्या अंतर दिखाई पड़ता है? रसोई में तार की जाली क्यों अनिवार्य है?



बच्चों से खिड़कियों की बनावट में जो विकास हुए हैं उन के बारे में चर्चा कीजिए। मूलतः उनकी उपयोगिता हवा और प्रकाश के आने वाले द्वार के रूप में मानी गई थी। सुरक्षा की दृष्टि से उनमें लोहे की छड़ें और दरवाजे लगाए जाने लगे। फिर तार की जाली लगाई जाने लगी, जिससे कि कीड़े आदि भीतर न घुसने पाएँ।

#### अच्छी तरह समझने के लिए

नगरों में भी दरवाजों और खिड़कियों में तार की जाली आमतौर पर नहीं लगाई जाती। इसका कारण शायद यह है कि दरवाजों और खिड़कियों में तार की जाली लगाने में खर्च अधिक आता है। यह भी हो सकता है कि मस्त्रियों और कीड़ों से रक्षा की आवश्यकता का महत्व स्वीकार नहीं किया जाता। इस संबंध में बच्चों को स्वच्छता की आवश्यकता समझा कर शिक्षक समाज की बहुत मदद कर सकता है।

तार की जाली लगाना आरंभ में खर्चीला प्रतीत हो सकता है। फिर भी, बहुत-सी बीमारियों से हमें जो सुरक्षा प्राप्त होती है उसे देखते हुए जाली पर होने वाला खर्च अधिक नहीं है। आखिरकार तार की जाली लगाने का वास्तविक महत्व स्वीकार करना ही पड़ेगा।

तार की जाली की जगह सरलता से उपलब्ध सामग्री, जैसे साफ और पुरानी साड़ी अथवा कोई दूसरे हल्के कपड़े

का उपयोग किया जा सकता है। इससे कीड़े अंदर नहीं आने पाएँगे, फिर भी हवा भीतर आती रहेगी।

#### 1 (घ). मकानों में जल-निकास की नाली या 'पाइप' से कीड़े अंदर न घुस जाएँ इसलिए उनके घुंघु पर जाली होनी चाहिए

हर अच्छे बने मकान में जल-निकास की उत्तम व्यवस्था होती है। लेकिन मकान में जिस जगह से पानी का नल निकलता है वहाँ प्रायः कुछ छेद नजर आते हैं। ये छेद अच्छी तरह बंद कर दिए जाने चाहिए। पानी की निकासी के हर ऐसे नल के लिए जो मुख्य मलबा ले जाने वाले नल से जुड़ा होता है, पानी का एक कुंड-सा होता है। इस कुंड पर एक ढकना होना चाहिए। अन्यथा निकासी के द्वार से चूहे और साँप घर में घुस आ सकते हैं। इन प्रस्तावित कामों से बच्चों को ऐसी चीजों का प्रेक्षण करने का उत्साह जागेगा, जिन्हें हो सकता है कि वे यथावत् स्वीकार कर लेते हों:

कक्षा-प्रायोजना	क्या हमारे समुदाय में जल-निकास की व्यवस्था बढ़िया है ?
<p>बच्चों को जल-निकास की दृष्टि से स्कूल के अहाते का सर्वेक्षण करने का निमंत्रण दीजिए। इसी तरह उन्हें अपने पड़ोस के मकानों का सर्वेक्षण करने का सुझाव दीजिए। उनसे इस रूप में अपने प्रेक्षण के परिणाम प्रस्तुत करने के लिए कहें:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. सर्वेक्षण किए मकानों की संख्या।</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. जल-निकास कुंडों की संख्या।</li> <li>3. जल-निकास नलों की संख्या।</li> <li>4. ढक्कनदार जल-निकास कुंडों की संख्या।</li> <li>5. चूहों और साँपों आदि को घुस आने से रोकने के लिए कारगर उपायों के सुझाव।</li> </ol>

बच्चों को किसी गाँव में जाने और उसके जल-निकास-तंत्र का निरीक्षण करने, तथा उसे सुधारने के उपाय सुझाने के लिए उत्साहित करें।

बच्चों से उत्तम जल-निकास-तंत्र का एक नक्शा बनाने के लिए कहें। वे स्थानीय डाक्टर या स्वास्थ्य-अधिकारी की सहायता ले सकते हैं।

## 2. मकान-निर्माण पर जलवायु और अर्थ व्यवस्था (अर्थरचना) का प्रभाव पड़ता है

आरंभिक युग में भी, जब मानव गुफा में आश्रय खोजता था वह वातावरण के घटकों से प्रभावित होता था। जब वह किसी विशिष्ट गुफा का चुनाव करता था उसके कई कारण हो सकते थे, या तो इसलिए कि वह गुफा जल और भोजन के स्रोत के बहुत पास होती थी या इसलिए कि वह आस-पास घूमने वाले जंगली जानवरों से रक्षा का साधन बनती थी। यह भी संभव है कि वह सूर्य, वर्षा और हवा सरीखी प्राकृतिक शक्तियों से सुरक्षा की आवश्यकता अनुभव करके गुफा में आश्रय लेता हो। संभव है कि उसे अपने और अपने परिवार के लिए स्थान की आवश्यकता महसूस होती रही हो। इस तरह आरंभिक युग का मानव आश्रय की खोज करते समय आज के मानव से कई अर्थों में भिन्न नहीं था। गुफा का चुनाव करते समय जलवायु और पर्यावरण पर विचार करना आवश्यक था और आज भी आधुनिक मकान का नमूना और स्थिति के चुनाव में उनका महत्व पहले जितना ही बना हुआ है।

मरुस्थल का मकान भारी वर्षा वाली जगह के मकान के समान नहीं होगा। उत्तरी ध्रुव प्रदेश में बना मकान गर्म देश के मकान से बिल्कुल भिन्न होगा। फिर मकान बनाते समय मनुष्य को अपनी आर्थिक स्थिति का भी ध्यान रखना होता है। आर्थिक स्थिति तय करती है कि मकान का आकार क्या होगा और उसके निर्माण में कौन-कौन-सी सामग्री व्यवहृत होगी।

चाहे जिस प्रकार की सामग्री से मकान बनाया जाए, यह स्मरण रखना चाहिए कि उसकी बहुत रक्षा करनी पड़ती है। इसके लिए घुलाई, पॉलिश, रोगन, वार्निश, क्रियोजोट के लेप या कलई की पुताई की आवश्यकता हो सकती है। इन विचारों को समझने में छात्रों की सहायता करने के लिए जानार्जक कामों द्वारा प्रत्यक्ष अनुभव कराने के वास्ते उप-संकल्पनाओं के अंतर्गत समुचित व्यवस्था कर दी गई है।

### 2 (क). किसी मकान की बनावट पास-पड़ोस में उपलब्ध सामग्री से प्रभावित होती है

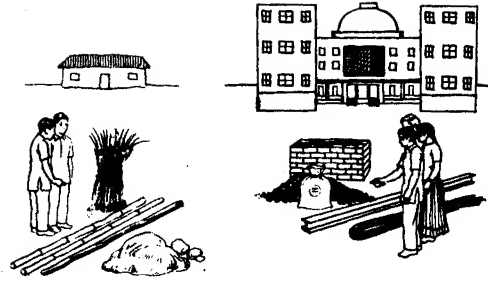
यह बहुत सरलता से अनुभव किया जा सकता है कि मकान की रचना पास-पड़ोस में उपलब्ध सामग्री पर निर्भर है। राजस्थान में जयपुर 'गुलाबी नगर' के नाम से प्रसिद्ध है। इसमें बहुत-से मकान लाल बालुकाश्म (बलुए पत्थर) के बने हैं। यह पत्थर उसके पड़ोस में बहुतायत से मिलता है। इसी तरह जहाँ चिकनी मिट्टी और ईंट के भट्टे बहुत हैं वहाँ चिकनी मिट्टी या ईंट की इमारतें होंगी। दक्षिण भारत के तटवर्ती प्रदेश में लोग अपने मकानों पर छप्पर की छतें डालते हैं। यहाँ पर नारियल वृक्ष बहुत होता है और ताड़ की सूखी पत्तियाँ तथा नारियल की जटा बहुत कम दाम में मिल जाती है। इसलिए यदि हर साल नया छप्पर डालना हो तो भी अधिक खर्च नहीं बैठता। यह कल्पना समझने के लिए बच्चों को निम्नलिखित कामों के लिए आमंत्रित कीजिए :

बाहरी प्रेक्षण	गाँवों के मकान किस तरह शहरों के मकानों से भिन्न होते हैं ?
चित्र 6-22 के समान बच्चों को अपनी बस्ती के मकानों में प्रयुक्त विभिन्न सामग्री का प्रेक्षण करने	दीजिए, और फिर उसकी तुलना गाँव या शहर के मकानों में प्रयुक्त सामग्री से करने दीजिए। मकान

बनाने में व्यवहृत सामग्री की विविधता के कारणों की सूची बनाने के लिए बच्चों को उत्साहित करें।

चित्र 6-22

गाँवों के मकान शहरों के मकानों की अपेक्षा मित्र सामग्री से निर्मित किए जाते हैं।



विविध प्रकार के मकानों के चित्र इकट्ठा करके बच्चों को एक चार्ट बनाने के लिए कहें। चार्ट में दो खाने हों जिस पर लिखा हो:

मकान की किस्म

जहाँ वे सामान्यतः पाए जाते हैं

मकान बनाने में उपयोग होने वाली विविध सामग्री का संग्रह करने के लिए बच्चों को उत्साहित करें। उन्हें कक्षा में अपने संग्रह का प्रदर्शन करने दें। हर सामग्री पर 'लेबल' लगाया जाए और एक या दो वाक्यों में उनका वर्णन किया जाए।

2 (ख). धन-की प्राप्ति का प्रभाव मकान के नमूने पर पड़ता है

जो व्यक्ति बहुत-सा रुपया खर्च कर सकता है वह आमतौर पर बड़ा मकान बनवाता है। वह उसका नमूना ऐसा बनवाता

है कि वह आकर्षक दीखे। सीमित साधनों वाला आदमी छोटा मकान बनाता है। वह साधारणतः सस्ती सामग्री का उपयोग करता है। यह उप-संकल्पना बच्चों की समझ में आ जाए, इस दृष्टि से निम्नलिखित काम करवाए जाएँ:

बाहरी प्रेक्षण

मैहंगे मकान और सस्ते मकान में क्या अंतर होता है ?

बच्चों को बस्ती की सैर कराएँ और उन मकानों की किस्म का प्रेक्षण करें जिनमें एक ही परिवार रहता है। बच्चों को मकानों की किस्म और उसमें रहने वाले परिवारों की आर्थिक स्थिति का वर्णन करने दें। बच्चों को उत्साहित किया जाए कि चित्र 6-23 के समान उन्होंने जो प्रेक्षण किया है उस पर चर्चा करें।

चित्र 6-23

एक मैहंगा मकान सस्ते मकान से कई बातों में भिन्न होता है।



बच्चों को अतिथि-गृह, विश्राम-गृह और धर्मशाला की इमारतों की तुलना किसी श्रमिक के मकान से करने के लिए उत्साहित करें।


## 2 (ग). भिन्न-भिन्न सामग्रियों की देख-रेख विभिन्न प्रकार से की जाती है

मकान बनाने में चाहे मिट्टी, पत्थर, सीमेंट का उपयोग किया गया हो या लकड़ी का, यह आवश्यक है कि इन सामग्रियों की रक्षा की जाए और उनकी देखभाल की जाती रहे। इसके बहुत-से ढंग हैं और अलग-अलग तरह की सामग्री को उत्तम दशा में रखने के लिए अलग-अलग ढंग अपनाने की आवश्यकता पड़ती है।

सीमेंट के फ़शों और दीवारों की धुलाई करनी पड़ती है। लकड़ी या लोहे की चीज़ों पर पॉलिश और वार्निश करने या

रोगन चढ़ाने की आवश्यकता होती है। रंग-रोगन से उन पर पानी और मौसम की क्षरण शक्ति का प्रभाव नहीं पड़ता। रोगन से लकड़ी के छिद्र बंद हो जाते हैं इसलिए वह न तो ऐंठती हैं और न सड़ती हैं। लकड़ी पर क्रियाजोट का स्प्रै कर दिया जाए तो उसमें दीमक नहीं लगती।

दीवारों पर और छत के भीतर की ओर चूने की पुताई से उनके पलस्तर में नमी नहीं घुसने पाती। इसके अतिरिक्त चूने की पुताई या 'डिस्टेम्पर' से दीवारों और छतों की सतह पर के जीवाणु मर जाते हैं। बच्चे इमारती सामान की सुरक्षा का महत्त्व निम्नलिखित प्रयोगों से समझ जाएँगे :

<p><b>अन्वेषण</b></p>	<p><b>लकड़ी और धातु के सामान की हिफाजत किस तरह की जा सकती है ?</b></p>	<p><b>आवश्यक सामग्री</b> वार्निश, रोगन, चूने का घोल, तारपीन, मिट्टी का तेल, लकड़ी के टुकड़े, धातु की पत्तियाँ, तराजू और बाट</p>
<p>बच्चों से कहें कि वे वार्निश, रोगन, घुला चूना, तारपीन या मिट्टी का तेल और लोहे की कीलें और लकड़ी के टुकड़े लाएँ। बच्चों से लकड़ी के हर टुकड़े का भार करने के लिए कहें। अब उनसे लकड़ी के हर टुकड़े पर वार्निश, रोगन आदि कगड़ए। एक टुकड़े को यों ही सादा छोड़ दिया जाए। बच्चों से प्रत्येक टुकड़े को एक घंटे तक पानी में रखने के लिए कहें। घंटे-भर के बाद लकड़ी और कीलों को पानी से बाहर निकलवाएँ और चित्र 6-24 के अनुसार बच्चों को उनकी जाँच करने दें। उनके भार में अब कितना अंतर आ गया है ? उनसे स्वयं-निष्कर्ष निकालने के लिए कहें। लकड़ी के कुछ और टुकड़ों पर पहले की तरह सुरक्षात्मक पदार्थ पुतवाइए। इस तरह की हर लकड़ी को मोमबत्ती या स्प्रिट की लौ दिखाइए। किस लकड़ी में जल्दी आग लगती है ? आग और पानी से रक्षा करने में कौन-सा पदार्थ अधिक अच्छा है ?</p>		
		<p>चित्र 6-24 वार्निश से लकड़ी तथा लोहे के सामान की रक्षा होती है।</p> <p>इस प्रकार के प्रश्नों पर बच्चों से चर्चा करके उन्हें समझने दीजिए कि रोगन धातु या लकड़ी की सतह की रक्षा करता है।</p>

बच्चों को कुछ कीलें लेकर रंगमाल (सैंडपेपर) से उनकी रंगड़ाई करने के लिए कहें। अब उन्हें कुछ कीलों पर रोगन चढ़ाने दीजिए। कुछ बिना रोगन की ही रहें। उन्हें यह प्रेक्षण करने के लिए निमंत्रित कीजिए कि हवा में खुली पड़ी कीलों की क्या दशा होती है। इस निष्कर्ष पर पहुँचने में बच्चों की मदद कीजिए कि रोगन लोहे पर जंग नहीं लगने देता।

#### अच्छी तरह समझने के लिए

मकान बनाने में लकड़ी और पत्थर का उपयोग साधारण तौर पर होता है। तथापि अब लोहा भी एक महत्वपूर्ण इमारती सामान बन गया है, विशेष कर प्रबलित कंक्रीट की इमारतें बनाने के लिए। लोहे का उपयोग खिड़कियों में भिन्नरी और छतों में शहतीर (गाटर) लगाने के लिए भी किया जाता है।

जो लोग लकड़ी के मकान बनाते हैं वे आमतौर से लकड़ी की सुरक्षा के लिए और उसमें मौसम का प्रतिकूल प्रभाव सहन करने का गुण लाने के लिए उस पर रोगन चढ़ाते हैं। लकड़ी में छोटे-छोटे छिद्र होते हैं। बिना रोगन की लकड़ी के छिद्रों में पानी भर सकता है। गीली लकड़ी पर फफूँद ('फंगस') और दीमक जैसे लकड़ी खाने वाले कीट अंडा जमा लेते हैं। गीली लकड़ी सड़ती भी जल्दी है। लकड़ी पानी का भी अवशोषण करती है। जब लकड़ी पानी सोख लेती है तो उसके रेशे लंबे हो जाते हैं और लकड़ी ऐंठ जाती है।

रोगन लकड़ी के सूक्ष्म छिद्रों को बंद करके उसे ऐंठने और सड़ने से रोकता है। रोगन में अलसी का तेल और सीसा का रंग-द्रव्य होता है। तेल सूख कर सुरक्षात्मक लेप की परत जमाने में सहायक होता है। अलसी का तेल और सीसे का रोगन सतह को चिकना बना देते हैं जिससे कि वर्षा का पानी आसानी से बह जाता है, लकड़ी से चिपकता नहीं। रोगन में ऐसे भी तत्त्व होते हैं जो जीवाणुओं, फफूँद और कीटों के

लिए विषैले सिद्ध होते हैं।

रोगन लोहे को जंग से बचाता है। हवा की आक्सीजन और नमी की उपस्थिति जंग लगने के लिए आवश्यक है। रोगन का लेप लोहे की सतह से नमी और हवा दोनों को दूर रखता है। इस तरह वह जंग से रक्षा करता है।

मकान में लकड़ी के इमारती काम पर तारकोल पोता जाता है जिससे कि दीमक उन पर हमला न करें, और उसे खा न सकें। लकड़ी के उस हिस्से पर विशेष तौर से तारकोल पोता जाता है जो जमीन या दीवार के भीतर रहे। तारकोल प्रबल जीवाणुनाशक है इसलिए लकड़ी को सुरक्षित रखता है।

#### 2 (घ). भारी वर्षा या हिमपात के क्षेत्रों में मकानों की छतें ढलवाँ होती हैं

आसाम जैसे भारी वर्षा वाले क्षेत्रों में ऐसी छतें बनाना आवश्यक है कि पानी बह जाए। इसका सबसे कारगर तरीका यह है कि छतें ढलवाँ बनाई जाएँ। फिर भी छतों की ढलान में अंतर हो सकता है।

दार्जिलिंग और नैपाल जैसी जगहों में शीत काल में प्रबल हिमपात होता है। बर्फ में जमा होने और अपने ही भार से कड़ा होते जाने का गुण होता है। यदि छत पर बर्फ जमी रहने दी जाए तो उसके भार से छत टूट कर नीचे आ सकती है। ऐसी स्थिति में बचने के लिए छतें बहुत ढलवाँ बनाई जाती हैं। इस तरह के कामों से बच्चे इस विचार को अधिक अच्छी तरह समझ सकेंगे :

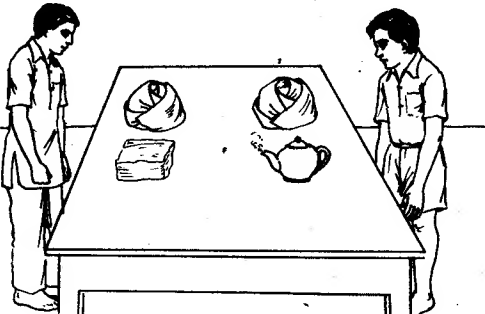
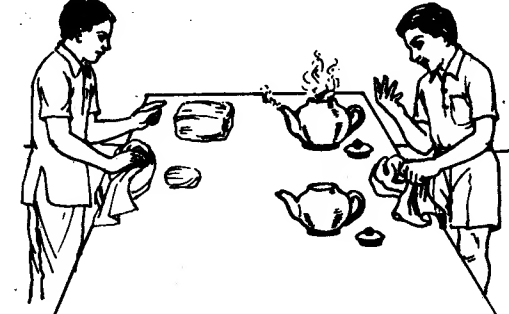
अन्वेषण	ढलान पर पानी कितनी तेजी से बहता है ?	आवश्यक सामग्री मोटा सूती कपड़ा, तार का चीखटा
बच्चों से सूती किरमिच का मोटा कपड़ा लेने के लिए कहिए। उसे तार के चीखटे पर खींच कर फैलाने दें। बच्चों से उस पर दो स्थितियों में पानी छिड़कवाइए : (1) जब वह ढलवाँ रखा हो, (2) जब वह धरातल	के समानांतर रखा हो। बच्चों को अपने प्रत्यक्ष अनुभव पर राय प्रकट करने के लिए आमंत्रित कीजिए।	

बच्चों से चर्चा करें कि छातों की आकृति जो होती है—वैसी क्यों रखी जाती है।

**2 (इ). अधिक ठंडी जलवायु में बने मकानों के कमरे अच्छी तरह विसंवाहित होते हैं**

बहुत ठंडी जगहों में बने मकान के भीतर भी शरीर गर्म रखने के लिए व्यवस्था करनी पड़ती है। लोग कमरों को गर्म रखने के लिए आग जलाते हैं या गर्म हवा अथवा गर्म पानी तंत्रों की व्यवस्था करते हैं, लेकिन जब तक उसकी गरमाहट कमरे के भीतर बंद नहीं रखी जाएगी तब तक उससे कोई लाभ नहीं होगा। दरवाजे और खिड़कियाँ बंद रहने पर ऊष्मा मुख्यतः दीवारों और छत के द्वारा नष्ट हो जाती है।

इसलिए मकान बनाते समय ही दीवारों और छतों को विसंवाहित करने में खर्च कम होता है। बच्चों को बताएँ कि उत्तम विसंवाहन से न केवल जाड़ों में भीतर की गरमाहट बाहर नहीं जाने पाती, बल्कि गर्मियों में बाहर की ऊष्मा भीतर नहीं आते पाती। बच्चों की समझ में आ जाए कि विसंवाहन किस तरह कमरों को सर्दियों में गर्म और गर्मियों में ठंडा रखने में सहायक होता है। इस दृष्टि से उन्हें निम्नलिखित काम करने दीजिए :

अन्वेषण	कंबल का टुकड़ा किस तरह बर्फ को ठंडा और पानी को गर्म रखता है ?	आवश्यक सामग्री कंबल, पानी, ऊष्मा का स्रोत, बर्फ
<p>बर्फ का एक टुकड़ा कंबल में लिपटवा दीजिए और दूसरा वैसा ही टुकड़ा खुला रहने दीजिए। जब खुला हुआ टुकड़ा कुछ गल जाए तो बच्चों को दिखाइए कि उसकी तुलना में कंबल में लिपटा टुकड़ा कम गला है, जैसा कि चित्र 6-25 में दिखाया गया है। इस</p>	<p>निष्कर्ष पर पहुँचने में बच्चों की मदद कीजिए कि कंबल से ढके रहने के कारण बर्फ ठंडी बनी रही (बाहर की ऊष्मा को निर्बाध रूप से बर्फ तक नहीं पहुँचने दिया गया)।</p>	
		
<p>चित्र 6-25 कपड़े के टुकड़े से लपेटने से बर्फ कम गलती है तथा उबलता हुआ पानी कुछ समय तक गर्म रहता है।</p>		

यही प्रयोग उबलते पानी से भरे दो पात्रों पर करें। केवल एक पात्र कंबल में लिपटवाइए। इस प्रयोग में बच्चे पाएँगे कि कंबल से ढके पात्र का पानी अधिक समय तक गर्म रहा। बच्चों से चर्चा करें कि कंबल एक चीज को देर तक ठंडा और दूसरी को देर तक गर्म क्यों बनाए रखता है। बच्चों को समझा कर बताएँ

कि कंबल ऊष्मा के निकलने का रास्ता बंद कर देता है। इससे बर्फ को ठंडा और उबलते पानी को गर्म बनाए रखने में सहायता मिलती है। कंबल ऊष्मा का अधम संवाहक है। वह विसंवाहन के लिए उत्तम सामग्री है।

बच्चों से कहें कि वे ऊपर के प्रयोग रुई, ऊन और लकड़ी के बुरादे जैसी विसंवाहक सामग्रियों की सहायता से करें। उन्हें यह पता लगाने दीजिए कि ऊष्मा का संवाहन रोकने के लिए कौन-सी सामग्री सबसे उत्तम है।

#### वैज्ञानिकों की कार्यविधि

#### गारा, ईंटों और पत्थरों को संयोजित करने वाली सामग्री की कहानी

बहुत-सारे मकान पत्थरों या ईंटों को एक के ऊपर एक तहों में रख कर बनाए जाते हैं। ऐसा करने में सदैव एक समस्या यह रही है कि ईंटों व पत्थरों को किस प्रकार संयोजित किया जाए कि ठोस दीवार खड़ी हो जाए। इस तरह संयोजित करने वाली सामग्री को गारा (मसाला) कहते हैं। आइए आज हम मनुष्य के कारगर गारे के खोज की कहानी की चर्चा करें।

सबसे प्रथम गारा संभवतः चिकनी मिट्टी, पानी और भूसा मिला कर तैयार किया गया होगा। आज भी गाँवों में कच्ची ईंटों से दीवारें खड़ी करने में इसी प्रकार के गारे का उपयोग किया जाता है। गाँवों में गीली मिट्टी से दीवारों पर पलस्तर भी चढ़ाया जाता है। मिट्टी का गारा अब भी कमी-कमी घर के भीतर पकी ईंट की दीवारें खड़ी करने के काम आता है।

आपने उन पिरामिड नामक स्तूपों के बारे में सुना होगा जो मिस्र के राजा फराओं ने कई हजार साल पहले बनवाए थे। पिरामिड सैकड़ों मीटरी टन वजन के भारी-भरकम पत्थरों को चुन कर बनाए गए थे। क्या आप यह कल्पना कर सकते हैं कि पत्थर के इन टुकड़ों को संयोजित करने के लिए कैसा गारा काम में लाया गया होगा। मिस्र-वासियों ने संयोजक के रूप में चूने और जिप्सम के गारे का उपयोग किया था।

आप में से कुछ लोगों ने आगरा के ताजमहल या दिल्ली के लाल किला की तरह पत्थर की कोई बड़ी इमारत शायद देखी हो। इन इमारतों में भी चूने का गारा लगाया गया था। कहा जाता है कि इन इमारतों का गारा चूना, बालू और कई रेसोदार चीजें मिला कर तैयार किया गया था। इसे बनाने में बहुत खर्च, परिश्रम और समय लगता था। लेकिन जान पड़ता है कि यह गारा बहुत अच्छा साबित हुआ क्योंकि पत्थर की दीवारें सैकड़ों वर्षों के भीसम की मार बखूबी सहती आ रही हैं। यों आजकल भी चूने और बालू का साधारण मिश्रण गारे का काम देता है। लेकिन वह उतना कारगर नहीं होता जितना कि बड़ी-बड़ी आधुनिक इमारतों के लिए विशेष रूप से तैयार किया गया गारा।

इन दिनों सीमेंट और बालू मिला कर गारा तैयार किया जाता है जिसमें कमी-कमी चूना भी डाला जाता है। इस मिश्रण में इतना पानी मिलाते हैं कि वह गाढ़ी लेई जैसा बन जाए। लेकिन गारे का यह नया तत्व सीमेंट क्या है?

साधारणतः कोई भी चीज जो विभिन्न प्रकार की सामग्री को जोड़ने का काम करे सीमेंट कहला सकती है। इस प्रकार सरेस, प्लास्टिक और टाँका को भी सीमेंट

कहा जा सकता है। साधारण तौर से सीमेंट शब्द का अर्थ 'पोर्टलैंड सीमेंट' से होता है जो बाँध, सड़कें और मकान बनाने के काम आता है।

18वीं शताब्दी के मध्य में अंग्रेज निर्माताओं के सामने प्रकाशस्तम्भ बनाने की समस्या उठ खड़ी हुई। कई प्रयोग करने के पश्चात् एक अंग्रेज इंजीनियर जॉन स्मीटन को चूने का अच्छा गारा बनाने में सफलता मिली। उसने चिकनी मिट्टी से युक्त चूना-पत्थर को तपा कर गारा बनाया। इस तरह का गारा हमारे देश में कई सौ वर्षों से उपयोग में रहा है। ऐसे गारे से बनी कुछ इमारतें आज भी खड़ी हैं।

जब एक बार यह मालूम हो गया कि चूना, पत्थर और चिकनी मिट्टी के मिश्रण को तपा कर अच्छा सीमेंट बनाया जा सकता है तो वैज्ञानिकों ने उसे सुधारने का काम प्रारंभ कर दिया। 1824 में जोसेफ ऐस्पिडिन ने जल सीमेंट तैयार करने की विधि को पेटेंट कराया। इसे जल-सीमेंट इसलिए कहा गया कि वह तर रखने पर दृढ़ होता है। उसने इसे 'पोर्टलैंड सीमेंट' कहा क्योंकि उसके सीमेंट का कच्चा माल इंगलिश चैनल के पोर्टलैंड द्वीप की खान से निकलने वाले पत्थर से मिलता-जुलता था।

चूना-पत्थर और चिकनी मिट्टी (या स्लेट) पोर्टलैंड सीमेंट बनाने के लिए कच्चे माल के रूप में काम आते हैं। पहाड़ों से सुरंगों द्वारा चट्टानें उड़ा कर विशाल यंत्र से चूना पत्थर का बारीक चूर्ण बनाया जाता है। चूना पत्थर और चिकनी मिट्टी के मिश्रण को बहुत

बड़े-बड़े गोल नलकों में रख कर तपाते हैं। नलका धीरे-धीरे घुमाया जाता है। इस घूमते हुए नलके का एक सिरा कुछ नीचे की ओर रहता है। इसलिए तपाया गया मिश्रण धीरे-धीरे नीचे की ओर सरकता रहता है। इसके बाद तपी हुई सामग्री को पीस कर बारीक चूर्ण बना लिया जाता है।

हमारे देश के विकास के लिए सीमेंट बहुत महत्वपूर्ण है। इमारतें और बाँध बनाने के लिए बहुत बड़ी मात्रा में सीमेंट का उपयोग होता है।

सीमेंट का सबसे महत्वपूर्ण उपयोग 'कंक्रीट' तैयार करने में होता है। कंक्रीट बालू, कंकड़ (बजरी) और पत्थर तथा सीमेंट का मिश्रण होता है। सीमेंट के द्वारा अन्य सब वस्तुएँ परस्पर जुड़ कर ठोस द्रव्यमान का रूप ले लेती हैं। कंक्रीट बहुत कड़ा और मजबूत होता है। सभी आधुनिक इमारतों के लिए वह अपरिहार्य वस्तु है। वह अपने ऊपर पानी की क्रिया का असर नहीं होने देता। इसलिए बाँध बनाने में कंक्रीट का भी उपयोग किया जाता है। कंक्रीट की दृढ़ता बढ़ाने के लिए कंक्रीट के भीतर लोहे की छड़ें रखी जाती हैं। इस तरह की कंक्रीट प्रबलित कंक्रीट कहलाती है।

हम यहाँ पर चिकनी मिट्टी, बालू और चूना पत्थर जैसी सामान्य सामग्रियों का वर्णन कर रहे थे। यह कहानी बताती है कि मनुष्य इन प्राकृतिक सामग्रियों को इस प्रकार परिवर्तित करता रहा है कि वे इमारत बनाने में अधिक उपयोगी सिद्ध हो सकें।



